



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUAL DE  
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LOS  
LABORATORIOS DE ELECTROTECNIA,  
ELECTRÓNICA, MÁQUINAS ELÉCTRICAS Y  
VIBRACIONES, DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”**

**MEJÍA PÉREZ DIEGO CRISTIAN**

## **TESIS DE GRADO**

**Previa a la obtención del Título de:**

**INGENIERO MECÁNICO**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2014**

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

2013-04-22

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

---

**DIEGO CRISTIAN MEJÍA PÉREZ**

---

Titulada:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUAL DE OPERACIÓN Y  
MANTENIMIENTO PARA LOS LABORATORIOS DE ELECTROTECNIA,  
ELECTRÓNICA, MÁQUINAS ELÉCTRICAS Y VIBRACIONES, DE LA  
FACULTAD DE MECÁNICA”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO MECÁNICO**

---

Ing. Marco Santillán G.  
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Edwin Cuadrado  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Marco Santillán G.  
ASESOR DE TESIS

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** DIEGO CRISTIAN MEJÍA PÉREZ

**TÍTULO DE LA TESIS:** “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA LOS LABORATORIOS DE ELECTROTECNIA, ELECTRÓNICA, MÁQUINAS ELÉCTRICAS Y VIBRACIONES, DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”

**Fecha de Examinación:** 2014-01-10

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Telmo Moreno Romero PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Edwin Cuadrado DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Marco Santillán ASESOR			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

---

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

---

Ing. Telmo Moreno Romero  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

El trabajo de grado que presento, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teórico - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

Diego Cristian Mejía Pérez

## **DEDICATORIA**

A Dios por la vida prestada, a mis Padres, Carlos y Ana, que me apoyaron y confiaron en mí en todo momento y por haberme formado con el buen ejemplo. A mis hermanos, Carlos, Andrés y Ana que junto a mi sobrino, me brindan apoyo moral y muestras de cariño. A mi esposa y demás familia por la compañía y palabras de aliento.

**Diego Mejía Pérez**

## **AGRADECIMIENTO**

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Mecánica, por brindarme la oportunidad de obtener una profesión.

Al Ing. Edwin Cuadrado, Ing. Marco Santillán quienes guiaron el desarrollo de la presente tesis y a cada uno de los encargados de los laboratorios por la ayuda brindada en especial al Tlgo. Marcelo Chugñay.

Y en especial para todos los amigos, compañeros, maestros y personas que me apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa de mi vida.

**Diego Mejía Pérez**

## CONTENIDO

Pág.

### 1. INTRODUCCIÓN

1.1	Antecedente .....	1
1.2	Justificación .....	1
1.3	Objetivos.....	2
1.3.1	<i>Objetivo general</i> .....	2
1.3.2	<i>Objetivos específicos</i> .....	2

### 2. MARCO TEÓRICO

2.1	Tipos de laboratorios .....	3
2.2.1	<i>Laboratorio de Electrotecnia</i> .....	4
2.2.2	<i>Laboratorio de Electrónica</i> .....	6
2.2.3	<i>Laboratorio de Máquinas Eléctricas</i> .....	7
2.2.4	<i>Laboratorio de Vibraciones</i> .....	9
2.2	Diseño de instalaciones.....	11
2.3	Análisis de equipos y materiales .....	12
2.4	Mantenimiento en laboratorios .....	14
2.5	Principios básicos del mantenimiento.....	16
2.6	Gestión del mantenimiento .....	17
2.6.1	<i>Tipos de mantenimiento</i> .....	19
2.6.1.1	<i>Mantenimiento preventivo</i> .....	19
2.6.1.2	<i>Mantenimiento correctivo</i> .....	20
2.7	Diseño de investigación.....	21

### 3. CARACTERIZACIÓN LABORATORIOS

3.1	Metodología .....	22
3.2	Diagnóstico laboratorio de Máquinas Eléctricas .....	25
3.3	Diagnóstico laboratorio de Electrotecnia .....	29
3.4	Diagnóstico laboratorio de Electrónica .....	31
3.5	Diagnostico laboratorio de Vibraciones .....	32
3.6	Resumen de los datos .....	34

### 4. ELABORACIÓN DOCUMENTOS

4.1	Generalidades .....	35
4.2	Codificación .....	35
4.3	Elaboración de fichas de máquinas.....	52
4.4	Elaboración de fichas de proceso.....	57
4.5	Manual de mantenimiento .....	59
4.6	Registros .....	64
4.7	Fichas complementarias.....	67

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones .....	74
5.2	Recomendaciones.....	75

### BIBLIOGRAFÍA ANEXOS

## LISTA DE TABLAS

		Pág.
1	Plan analítico de Electrotecnia.....	5
2	Plan analítico de Electrónica.....	6
3	Plan analítico de Máquinas Eléctricas.....	7
4	Plan analítico de Diagnóstico Vibracústico.....	9
5	Clasificación equipos.....	24
6	Nivel de prioridad.....	24
7	Inventario laboratorio de Máquinas Eléctricas.....	25
8	Clasificación de equipos y frecuencia de mantenimiento.....	27
9	Inventario laboratorio de Electrotecnia.....	30
10	Clasificación de equipos y frecuencia de mantenimiento.....	30
11	Inventario laboratorio de Electrónica.....	31
12	Clasificación de equipos y frecuencia de mantenimiento.....	32
13	Inventario laboratorio de Vibraciones.....	33
14	Clasificación de equipos y frecuencia de mantenimiento.....	33
15	Resumen de datos.....	34
16	Código mantenimiento laboratorio de Máquinas Eléctricas.....	46
17	Código mantenimiento laboratorio de Electrotecnia.....	50
18	Código mantenimiento laboratorio de Electrónica.....	51
19	Código mantenimiento laboratorio de Vibraciones (Análisis Vibracional).....	52



## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1 Sistema didáctico de electromecánica de alta potencia Labvolt .....	12
2 Simulador de sistemas eléctricos de potencia Delorenzo.....	13
3 Sistema didáctico de Electrónica Labvolt.....	13
4 Análisis de vibraciones.....	13
5 Organigrama tipos de mantenimiento.....	19
6 Laboratorio de Máquinas Eléctricas.....	25
7 Laboratorio de Electrotecnia.....	29
8 Laboratorio de Electrónica.....	31
9 Laboratorio de Análisis Vibracional.....	32
10 Estructura código mantenimiento.....	36
11 Estación de trabajo.....	37
12 Motor de 2 kW.....	37
13 Módulo de conexión máquina de corriente continua.....	38
14 Resistencia variable.....	38
15 Transformador.....	38
16 Fuente de poder.....	39
17 Arrancador para motor de cc.....	39
18 Reóstato de campo.....	39
19 Módulo de Sincronización.....	40
20 Línea de transmisión trifásica.....	40
21 Voltímetro CA.....	40
22 Grados eléctricos.....	41
23 Fuente de potencia.....	41
24 Multímetro digital.....	42
25 Generador de frecuencia.....	42
26 Osciloscopio.....	43
27 VOM electrónico.....	43
28 Banco autónomo para medidas eléctricas.....	43
29 Torrecilla de alimentación.....	44
30 Banco de pruebas motor de c.c. y generador sincrónico trifásico.....	44
31 Motor ventilador.....	44
32 Motor engrane.....	45
33 Motor acople.....	45
34 Motor banda.....	45
35 Ficha fuente de alimentación.....	53
36 VOM Electrónico.....	54
37 Ficha torrecilla de alimentación.....	55
38 Ficha motor - acople.....	56
39 Ficha de proceso laboratorio e Máquinas Eléctricas.....	58
40 Ficha de lista tareas de mantenimiento.....	60
41 Estructura código tarea.....	61
42 Ficha de limpieza interna de superficies metálicas.....	62
43 Ficha de diagrama de circuitos generador de RF.....	63
44 Ficha de registro motor ventilador laboratorio de Análisis Vibracional.....	65
45 Ficha de historial de averías.....	66
46 Ficha de registro de repuestos.....	68
47 Ficha de repuestos usados en reparaciones.....	69
48 Ficha de orden de trabajo.....	70
49 Ficha de solicitud de materiales.....	71
50 Ficha de solicitud de compra.....	72
51 Ficha de solicitud de servicio externo de mantenimiento.....	73

## LISTA DE ABREVIACIONES

CONEA	Consejo Nacional de Evaluación y. Acreditación
CEAACES	Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior
DIN	Instituto Alemán de Normalización (Deutsches Institut für Normung)
ISO	Organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization)
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional (International Electrotechnical Commission)
UNE - EN	Una Norma Española Estándar Europeo
SECAP	Servicio Ecuatoriano de Capacitación Profesional
RF	Radio frecuencia
AF	Audio frecuencia
ca	Corriente alterna
cd	Corriente directa
cc	Corriente continua
SCR	Rectificador Controlado de Silicio (Silicon Controlled Rectifier)

## **LISTA DE ANEXOS**

- A** Norma ISO/TR 10013:2001
- B** Jerarquía típica de la documentación del sistema de gestión de la calidad
- C** Ejemplo de instrucción de trabajo según Norma ISO/TR 10013:2001

## **RESUMEN**

Se elaboró e implementó un manual de operaciones y mantenimiento en los laboratorios de Electrotecnia, Electrónica, Máquinas Eléctricas y Vibraciones de la Facultad de Mecánica, con el propósito de establecer la forma correcta y segura de realizar cada uno de los procesos generales de uso del equipamiento presente en cada espacio de prácticas.

El estudio propuesto en este trabajo, fue desarrollado en base a una investigación no experimental descriptiva. Para la estructuración de la programación de este plan se realizó un análisis del inventario, estudio de los principios de funcionamiento de las máquinas instrumentos y equipos, a fin de categorizar cada uno, por sus similares o iguales características técnicas principales, con el propósito de crear y establecer un código de mantenimiento de acuerdo a la categoría.

El plan de mantenimiento contempla, un conjunto de tareas adaptadas a un formato estándar para cada uno de los laboratorios, de acuerdo a los tipos de dispositivos presentes; las mismas que permiten prevenir, evaluar y corregir daños, mediante el uso de instrumentos, materiales y herramientas propias para la tarea respectiva, mediante el uso de fichas que facilitan el diagnóstico de fallas y la localización de la misma.

Finalmente, existen fichas de control a través de historiales y registros, así como documentación recomendada para mejorar la gestión del mantenimiento como: ordenes de trabajo, solicitudes de materiales, de repuestos y de trabajos externos, las cuales serán necesarias al instaurar un departamento de mantenimiento.

## **ABSTRACT**

An Operations and Maintenance Manual was designed for the Electricity technology, Electronics, Electric Machines and Vibrations Laboratories belonging to the Mechanics Faculty with the objective to establish each general process correctly and safely when using the equipment in each practice place.

The proposed study was developed according to a non-experimental descriptive research. In order to structure the program for this plan, an inventory was analyzed by studying the functioning principles of the machines, instruments and equipment with the purpose of categorizing each one of them according to their similar -or same- main technical characteristics so that a maintenance code is established for each according to its category.

The maintenance plan considers a set of tasks adapted to a standard form for each one of the laboratories according to the types of existing devices. These tasks allow preventing, evaluating, and correcting any damage by using instruments, materials and tools which are proper for the respective job. The index cards facilitate fault diagnosis and its certain location.

Finally, there are control cards with the machines', equipment's, and instruments' history and record, as well as some recommended documentation to improve maintenance management: working order forms and supply order forms for materials, spare parts and external works. All these are necessary to set up a maintenance department.

## **CAPÍTULO I**

### **1. INTRODUCCIÓN**

#### **1.1 Antecedentes**

El uso de elementos, máquinas y equipos, son fundamentales para el desarrollo del aprendizaje en todos los niveles educativos, ya que con los medios necesarios se puede realizar investigaciones, experimentos, prácticas y trabajos de carácter científico, tecnológico o técnico, la Facultad de Mecánica cuenta con algunos laboratorios en las distintas áreas donde académicamente son necesarios.

El que un dispositivo funcione desde el inicio de su vida operativa no descarta el hecho de que sufra cambios irreversibles a lo largo de su operación.

Estos cambios son resultado de procesos tales como corrosión, abrasión, acumulación de deformaciones, distorsión, sobrecalentamientos, fatiga, difusión de un material en otro, etc. A menudo estos procesos se superponen e interactúan los unos con los otros y causan un cambio en el sistema, con lo cual cambiarán sus características de actuación. La desviación de esas características respecto a los valores especificados es lo que se considera como fallo del sistema. Los fallos también pueden ser causados por sobrecargas bruscas, errores de los operadores, reparaciones incorrectas, etc

Las instalaciones deben permitir que las actividades a realizarse se desarrollen de modo eficaz y seguro, manteniendo la funcionalidad de cada uno de los equipos y máquinas presentes.

#### **1.2 Justificación**

Tanto el uso incorrecto como la falta de planes de mantenimiento además de la ausencia de elementos visuales de carácter informativos, conllevan a que las máquinas o equipos estén expuestos a agentes deteriorantes y se mantengan externamente en mal estado aumentando el riesgo de minorar su vida útil, sin tomar en cuenta lo costoso que puede ser la reparación de algunos de éstos.

En la Facultad de Mecánica, se requiere del aprendizaje del manejo de las máquinas o equipos en forma eficaz y eficiente, pero no resulta menos importante el medio o estructura física donde se desarrollan estas enseñanzas.

### **1.3      Objetivos**

**1.3.1    *Objetivo general.***    Diseñar e Implementar un manual de operación y mantenimiento para los laboratorios de Electrotecnia, Máquinas Eléctricas y Vibraciones.

**1.3.2    *Objetivos específicos:***

Identificar el estado actual de las máquinas y equipos del laboratorio.

Fijar la frecuencia de mantenimiento para cada laboratorio.

Determinar la forma correcta y segura de realizar las distintas operaciones que componen los distintos procesos.

Implementar un código de mantenimiento.

Establecer las tareas de mantenimiento de acuerdo al tipo de laboratorio.

Diseñar las fichas necesarias para la estructuración tanto de los manuales de procesos y de mantenimiento.

Elaborar registros, historial de averías de las máquinas, equipos, instrumentos presentes en los laboratorios, así como fichas que faciliten la gestión del mantenimiento.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Tipos de laboratorios**

La ciencia, es el conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se elaboran hipótesis, se deducen principios y leyes generales por medio del método científico. (RAE, 2013)

El Oxford English Dictionary, dice que el método científico es: "un método o procedimiento que ha caracterizado a la ciencia natural desde el siglo 17, que consiste en la observación sistemática, medición y experimentación, la formulación, análisis y modificación de las hipótesis".

Aunque la ciencia es única, en lo últimos años se han producido conocimientos tan vastos que ningún ser humano tiene la capacidad de conocerlos, por lo cual la ciencia para un mejor entendimiento se ha dividido en ramas.

El esquema de clasificación planteado por el epistemólogo alemán Rudolf Carnap quien fue el primero en dividir a la ciencia es:

- Ciencias Formales: Por contraposición a las ciencias fácticas, son aquellas que no estudian fenómenos empíricos. Utilizan la deducción como método de búsqueda de la verdad: Lógica - Matemática
- Ciencias Naturales: En ellas se encuadran las ciencias naturales que tienen por objeto el estudio de la naturaleza. Siguen el método científico: Astronomía - Biología - Física - Química - Geología - Geografía Física
- Ciencias Sociales: Son todas las disciplinas que se ocupan de los aspectos del ser humano - cultura y sociedad - El método depende de cada disciplina particular: Antropología, Demografía, Economía, Historia, Psicología, Sociología, Geografía Humana.



Ya que en cada rama se estudia cierta parte de la realidad, aunque empleando todas el mismo método, es necesario el uso de herramientas y aparatos distintos que en muchos casos pueden ser aplicables todos en conjunto para otras disciplinas.

Pero pese a todo, se puede distinguir los laboratorios en tres grandes grupos: laboratorios de Física, de Química y de Biología, dependiendo de si van a estudiar seres vivos, transformaciones de unas sustancias en otras o transformaciones en las que las sustancias no cambian. (Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado, 2008)

De acuerdo al “Modelo general para la evaluación de carreras con fines de acreditación” CONEA – CEAACES 2011, las aulas, laboratorios, instalaciones de práctica, equipo asociado a éstos deben ser adecuados y con medidas de seguridad que permitan alcanzar los objetivos de la carrera y procurar un ambiente seguro y conducente al aprendizaje. La pertinencia con los procesos y resultados o logros del aprendizaje del equipamiento de la carrera en laboratorios y/o instalaciones de práctica e insumos dependerá de la suficiencia y adecuación del equipamiento, de acuerdo a lo establecido en los objetivos educacionales, las necesidades relacionadas con las prácticas establecidas en las asignaturas y en los contenidos de éstas del currículo, del mantenimiento y renovación de los equipos y de la disponibilidad de insumos para el uso de laboratorios. Los laboratorios y/o instalaciones de práctica deberán corresponder a las necesidades de las carreras que se imparten en la institución. Mediante el estándar internacional el número de metros cuadrados por pupitre va desde 1.5 metros que es aceptable, hasta 2 metros que es el óptimo.

Basándose en el plan analítico de la asignatura correspondiente al laboratorio y realizando un análisis con respecto a las similares materias dictadas en cada escuela de la Facultad de Mecánica, se generaliza el estudio determinando los equipos necesarios en cada uno de éstos.

**2.1.1 Laboratorio de Electrotecnia.** La Electrotecnia es la disciplina parte de la Ingeniería Eléctrica que estudia las leyes de los fenómenos eléctricos y electromagnéticos y la aplicación de la electricidad mediante el análisis de circuitos y de sus respectivos elementos con sus diferentes instrumentos de medición.

De manera general el contenido de la asignatura es el siguiente:

Tabla 1. Plan analítico de Electrotecnia

Unidad	Sistema de conocimientos:	Sistema de habilidades:
1. Introducción y principios básicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Propiedades: resistencia, inductor, capacitor, campo magnético, campo eléctrico, corriente directa y alterna.</li> <li>- Magnitudes: ohmios, henrios, faradios, voltios, amperios y hertzios</li> <li>- Modelos: circuito eléctrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definir e identificar un resistor, inductor y capacitor e indicar sus características.</li> <li>- Analizar las relaciones voltamperimétricas</li> <li>- Definir e identificar las fuentes de excitación de voltaje y corriente tanto de corriente alterna como de corriente directa.</li> <li>- Aplicar los conocimientos adquiridos para el análisis de los circuitos</li> <li>- Resolución de circuitos básicos.</li> </ul>
2. Leyes y circuitos de corriente directa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceptos de relaciones voltamperimétricas</li> <li>- Identificación de circuitos.</li> <li>- Leyes de Kirchhoff</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar circuitos serie, circuito paralelo para aplicar las Leyes de Kirchhoff.</li> <li>- Plantear las ecuaciones voltamperimétricas.</li> <li>- Aplicar los conocimientos adquiridos para la resolución de circuitos complejos.</li> </ul>
3. Circuitos de corriente alterna	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceptos: corriente alterna.</li> <li>- Magnitudes: vatios, voltamperios reactivos inductivos y capacitivos.</li> <li>- Modelos: circuitos eléctricos monofásicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definir e identificar corrientes alternas</li> <li>- Análisis del triángulo de potencias</li> <li>- Determinar el factor de potencia</li> <li>- Resolución de problemas.</li> </ul>
4. Circuitos polifásicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceptos</li> <li>- Sistema trifásico, balanceados y desbalanceados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar sistema polifásicos en particular el trifásico</li> <li>- Comparar con el sistema monofásico</li> </ul>

Fuente: CANTOS Iván, Plan analítico Electrotecnia 2013, ESPOCH

**2.1.2 Laboratorio de Electrónica.** La Electrónica es una rama de la física que trata sobre el aprovechamiento y utilidad del comportamiento de las cargas eléctricas en los diferentes materiales y elementos como los semiconductores. La ingeniería electrónica es la aplicación práctica de la electrónica para lo cual incorpora además de los conocimientos teóricos y científicos otros de índole técnica y práctica sobre los semiconductores así como de muchos dispositivos eléctricos además de otros campos del saber humano como son dibujo y técnicas de planificación entre otros. (Royalty Workers, 2013)

El contenido de la asignatura es el siguiente:

Tabla 2. Plan analítico de Electrónica

Unidad	Sistema de conocimientos:	Sistema de habilidades:
1. Electrónica básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceptos: de ca y cd, rectificador, inversor, variadores de velocidad, micro controladores, LCD</li> <li>- Magnitudes: valores máximos, valores medios, valores efectivos, etc.</li> <li>- Modelos: circuitos rectificadores no controlados, variadores de velocidad para maquinas cd y ca, chopper en H, automatismos electrónicos, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar y analizar los valores máximos medios y efectivos en los distintos circuitos electrónicos, realizar comparaciones entre circuitos rectificados de media onda, onda completa etc.</li> <li>- Definir lo que es la rectificación la inversión la conversión, clasificar los circuitos electrónicos para su uso en máquinas eléctricas.</li> <li>- Demostrar la importancia de los circuitos electrónicos dentro de la mecánica.</li> </ul>
2. Microcontroladores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceptos: elementos semiconductores, micro controladores, programación, LCD motores de PAP y servos.</li> <li>- Magnitudes: valores máximos, valores medios, valores efectivos, de corriente y voltaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clasificar los circuitos electrónicos para su uso en máquinas eléctricas</li> <li>- Programar en MICROCODE y cargar al micro.</li> <li>- Clasificar los circuitos electrónicos para su uso en máquinas eléctricas.</li> <li>- Analizar y construir varios</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelos: circuitos electrónicos para automatización utilizando relés, transistores, tiristores etc.</li> </ul>	circuitos electrónicos con micro controladores para uso en automatismos y aparatos como tacómetros, relojes, anuncios con LCD etc.
3. Controladores lógicos programables	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceptos: PLC, clases de PLC, programadores</li> <li>- Modelos: circuitos electrónicos para automatización utilizando PLC.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clasificar los PLC, Programadores y cargar PLC.</li> <li>- Analizar y construir varios circuitos eléctricos con PLC para uso en automatismos.</li> </ul>

Fuente: CANTOS Iván, Plan analítico Electrónica 2013, ESPOCH

**2.1.3 Laboratorio de Máquinas Eléctricas.** En Máquinas Eléctricas se estudia las aplicaciones de los principios del electromagnetismo y la ley de inducción de Faraday, siendo las más importantes los motores eléctricos, generadores y transformadores.

Tabla 3. Plan analítico de Máquinas Eléctricas

Unidad	Sistema de conocimientos:	Sistema de habilidades:
1. Magnetismo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceptos: propiedades de los materiales magnéticos, Polo Norte, Polo Sur, saturación magnética.</li> <li>- Medir fuerza magneto motriz, densidad de campo magnético intensidad de campo magnético, corriente directa y alterna.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar los polos de un imán, determinar la fuerza magneto motriz producida por una bobina.</li> <li>- Identificar los diferentes componentes de un circuito magnético, clasificar los materiales magnéticos,</li> <li>- Observar la reacción de los campos magnéticos, relación, con campos gravitacionales determinar los nexos de similitud con los campos magnéticos, clasificación de los materiales magnéticos.</li> </ul>

2. Transformadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concepto: Propiedades de los materiales ferromagnéticos</li> <li>- Magnitudes: medición de voltajes y corrientes para determinar la relación de transformación modelos</li> <li>- Analizar el transformador trifásico y transformador de medida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar las relaciones de transformación, compara valores medidos y calculados, analizar estos valores.</li> <li>- Clasificar estos transformadores, describir un transformador, explicar la importancia de los transformadores en los sistemas eléctricos.</li> </ul>
3. Máquinas eléctricas de corriente continua	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceptos: De máquinas de corriente continua serie en derivación y compuesta</li> <li>- Propiedades en lo que se refiere a cada una de ellas en torque y velocidad, obtención de curvas torque velocidad.</li> <li>- Control electrónico de las máquinas de corriente continua.</li> <li>- Modelo electromecánico de las diferentes máquinas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar las partes principales que forman una máquina de continua, manera de reconocerlos, estudiar cada una de las partes y comparar estas entre sí.</li> <li>- Comparar las diferentes máquinas en lo que se refiere a torque y velocidad para aplicar en una determinada máquina, clasificar a las máquinas por su forma de conexión.</li> <li>- Calcular y diseñar pequeños circuitos electrónicos de control para las máquinas eléctricas.</li> </ul>
4. Máquinas de corriente alterna	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceptos: de máquinas asíncronas o de inducción y maquinas sincrónicas, de campo magnético rotativo.</li> <li>- Mediciones de torque y velocidad.</li> <li>- Modelo de la máquina sincrónica y asíncrona.</li> <li>- Clasificación de las máquinas de corriente alterna, trifásicas, monofásica de inducción y sincronías.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analizar y clasificar las máquinas de corriente alterna de acuerdo a su velocidad.</li> <li>- Identificar las partes principales de la máquina de corriente alterna.</li> <li>- Analizar cuando se debe usar una máquina de corriente alterna.</li> <li>- Comparar curvas torque velocidad y elaborar conclusiones.</li> <li>- Describir las máquinas de alterna funcionando como</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mediciones experimentales de torque y velocidad</li> </ul>	<p>motor o generador.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Controlar la velocidad de los motores de velocidad, métodos tradicionales y modernos (electrónicos).</li> <li>- Observar, armar y operar generadores en paralelo.</li> </ul>
--	---	---

Fuente: CANTOS Iván, Plan analítico Máquinas Eléctricas 2013, ESPOCH

**2.1.4 Laboratorio de Vibraciones.** Vibraciones es una rama de la Mecánica que mediante equipos, toma de datos e interpretación de resultados analiza el o los movimientos oscilatorios de sistemas o cuerpos y las fuerzas asociadas con éstos.

Tabla 4. Plan analítico de Diagnóstico Vibracústico

Unidad	Sistema de conocimientos:	Sistema de habilidades:
1. Sistemas vibratorios	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceptos: naturaleza de las vibraciones, período, frecuencia, desplazamiento, velocidad, aceleración, vibraciones libres, vibraciones amortiguadas, vibraciones forzadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definir y explicar los sistemas vibratorios a nivel productivo, aplicando conceptos y métodos apropiados en los equipos industriales con el propósito de mantenerlos en buenas condiciones de funcionamiento.</li> </ul>
2. Equipos de medición de vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conceptos medidores de vibración, transductores de proximidad, transductores de velocidad, acelerómetros, medidores de vibración total, detectores de alta frecuencia, detectores de emisiones acústicas, analizadores con resolución FFT.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Describir y aplicar los diversos equipos de medición de vibraciones, aplicando metodologías apropiadas en la maquinaria, con el propósito de conocer la variabilidad vibracional.</li> </ul>

3. Evaluación e interpretación de resultados	- Conceptos: generación de espectros de vibración, interpretación de espectros de vibración, espectro de vibración de desbalanceo, espectro de vibración de desalineamiento, espectro de vibración de holgura, espectro de vibración de falla de rodamiento.	- Describir y determinar los diversos espectros de vibración, aplicando modelos estandarizados en la maquinaria, con el propósito de que los trabajos de mantenimiento se realicen oportunamente.
4. Mantenimiento predictivo	- Conceptos: análisis de vibraciones, termografía, parámetros de temperatura, análisis de aceites, espectrofotometría de emisiones, espectrofotometría de rayos infrarrojos, análisis físicos y químicos.	- Definir y aplicar las técnicas de mantenimiento predictivo mediante el empleo de herramientas informáticas en los equipos e instalaciones, con el propósito de mejorar la calidad, eficiencia y productividad
5. Desbalanceo	- Conceptos: desbalanceo estático, desbalanceo de par, desbalanceo dinámico, factores externos, factores internos, normas ISO 1940 de tolerancia de desbalanceo permisible.	- Aplicar los diversos tipos de desbalanceo, empleando modelos estandarizados en los equipos e instalaciones con el propósito de evaluar el estado técnico en el que se encuentran.
6. Desalineamiento	- Conceptos: desalineamiento paralelo, desalineamiento angular, desalineamiento combinado, procedimientos previos al alineamiento, factores externos que afectan el alineamiento, factores inherentes al funcionamiento, procedimientos para el alineamiento de maquinaria, alineación laser, tolerancias.	- Describir y aplicar los diversos tipos de desalineamiento, empleando modelos estandarizados en los equipos e instalaciones con el propósito de evaluar el estado técnico en el que se encuentran.

Fuente: HERNÁNDEZ Eduardo, Plan analítico Diagnóstico Vibracústico 2013, ESPOCH

## **2.2      Diseño de instalaciones**

El espacio destinado para cada uno de los laboratorios debe ser el suficiente, para que en éste se garantice, la comodidad del estudiante, la seguridad y el libre acceso a las diferentes máquinas y equipos para el mejor desempeño del mantenimiento, sin descuidar la protección de éstos o del operador.

De acuerdo a la ISO/IEC 17025:2005 (ES) las instalaciones de ensayos o de calibraciones del laboratorio, incluidas, pero no en forma excluyente, las fuentes de energía, la iluminación y las condiciones ambientales, deben facilitar la realización correcta de los ensayos o de las calibraciones.

El laboratorio debe asegurarse de que las condiciones ambientales no invaliden los resultados ni comprometan la calidad requerida de las mediciones. Se deben tomar precauciones especiales cuando el muestreo y los ensayos o las calibraciones se realicen en sitios distintos de la instalación permanente del laboratorio. Los requisitos técnicos para las instalaciones y las condiciones ambientales que puedan afectar a los resultados de los ensayos y de las calibraciones deben estar documentados.

El laboratorio debe realizar el seguimiento, controlar y registrar las condiciones ambientales según lo requieran las especificaciones, métodos y procedimientos correspondientes, o cuando éstas puedan influir en la calidad de los resultados. Se debe prestar especial atención, por ejemplo, a la esterilidad biológica, el polvo, la interferencia electromagnética, la radiación, la humedad, el suministro eléctrico, la temperatura, los niveles de ruido y vibración, en función de las actividades técnicas en cuestión. Cuando las condiciones ambientales comprometan los resultados de los ensayos o de las calibraciones, éstos se deben interrumpir.

Debe haber una separación eficaz entre áreas vecinas en las que se realicen actividades incompatibles. Se deben tomar medidas para prevenir la contaminación cruzada, controlar el acceso y el uso de las áreas que afectan a la calidad de los ensayos o de las calibraciones. El laboratorio debe determinar la extensión del control en función de sus circunstancias particulares.

Se deben tomar medidas para asegurar el orden y la limpieza del laboratorio. Cuando sean necesarios se deben preparar procedimientos especiales.



### 2.3 Análisis de equipos y materiales

Dentro del laboratorio se puede encontrar equipos, máquinas, instrumentos que cumplen con el propósito de simular o esclarecer de modo realista los diferentes fenómenos físico-químicos presentes en la naturaleza; en muchos casos es necesario el control total de los fenómenos para realizar un análisis y determinar las respectivas conclusiones; siendo necesario contar con todos los componentes ya sea en pequeña o gran escala pero de igual uso o aplicación capaces de cumplir con tal propósito.

Tanto los equipos como las máquinas e instrumentos básicos dependen; del tipo de laboratorio que se encuentre constituido o que requiera ser implementado y de los objetivos trazados con respecto a la práctica dentro de cada disciplina, siendo los principales:

*Laboratorio de Máquinas Eléctricas.* fuentes de poder, transformadores, motores eléctricos, cargas, instrumentos de medición como voltímetros, amperímetros, vatímetros, estroboscopios, etc.

Figura 1. Sistema didáctico de electromecánica de alta potencia Labvolt.



Fuente: LABVOLT, Electric power and controls training systems. p. 8

*Laboratorio de Electrotecnia.* fuentes de poder, cargas, instrumentos de medición como voltímetros, amperímetros, vatímetros, etc.

Figura 2. Simulador de sistemas eléctricos de potencia Delorenzo



Fuente: <http://www.sepielectrica.esimez.ipn.mx/laboratorios.html>

*Laboratorio de Electrónica.* fuentes de poder, circuitos de prueba, instrumentos de medición como voltímetros, amperímetros, osciloscopios.

Figura 3. Sistema didáctico de Electrónica Labvolt.



Fuente: Labvolt, Electronics training systems/facet p: 47

*Laboratorio de Análisis Vibracional.* motores eléctricos, instrumentos de medición como acelerómetros, pirómetros, medidores de vibración.

Figura 4. Análisis de vibraciones.



Fuente: Internet [http://www.equiposylaboratorio.com/sitio/contenidos\\_mo.php?it=4963](http://www.equiposylaboratorio.com/sitio/contenidos_mo.php?it=4963)

La constitución de muchos de los aparatos depende del proceso a realizar, la seguridad, costos de fabricación, medio ambiente, normas de control o establecidas

dentro de la industria, precisión, acabado superficial, sector social al cual se encuentra dirigido y varios otros factores, encontrando dentro de la elaboración de cada uno de éstos, materiales como:

- *Metálicos.* los más utilizados son el hierro, el cobre, el níquel, el platino, la plata, el plomo, todos con sus respectivas aleaciones; fabricando soportes, carcasas, conductores, rejillas, ejes, recipientes para agua, elementos electrónicos, bobinados, disipadores de calor, elementos de anclaje, acoples, cadenas, rodamientos y herramientas entre otros.
- *Cerámicos.* como la porcelana: para hornos o crisoles; vidrio: éste debe responder a determinadas exigencias térmicas y mecánicas, usándose como visores en algunos instrumentos o máquinas.
- *Polímeros.* como plástico, pvc (policloruro de vinilo), pp (polipropileno), pe (polietileno); en recubrimientos de conductores, aislantes eléctricos, indicadores instrumentos, carcasas, partes de sujeción, mangueras; el asbesto: para empaques, aislante térmico, etc.
- *Materiales compuestos.* como la madera: para soportes, recipientes, mueblería; fibra de vidrio para aislamiento eléctrico y térmico, recubrimiento conductores, etc.

Entonces de acuerdo al acabado superficial presente en el equipo, máquina o instrumento existen diferentes sustancias para el respectivo mantenimiento como: pulimentos, ceras, siliconas, inhibidores, aceites, recubrimientos, desengrasantes, etc.

## **2.4 Mantenimiento en laboratorios**

La implementación del mantenimiento dentro de los laboratorios minimiza el riesgo de fallo y asegura la continua operación de los equipos, evitando su constante calibración especialmente en equipos sensibles a las condiciones del entorno, a la incorrecta manipulación o a su inevitable desgaste.

Para llevar a cabo estos propósitos se deben tener en cuenta los siguientes parámetros generales:

*Condiciones ambientales.* analizar el ambiente en el que se encuentra el equipo, ya sea en funcionamiento o en almacenamiento; se recomienda evaluar temperatura,

humedad, presencia de polvo, exposición a vibraciones mecánicas y seguridad de la instalación.

*Limpieza integral externa.* eliminar cualquier vestigio de suciedad, desechos, polvo, moho, hongos, etc., en las partes externas que componen al equipo, mediante los métodos adecuados según corresponda. Ésta podría incluir:

- Limpieza de superficie externa usando limpiador líquido, lija, etc.
- Limpieza de residuos potencialmente infecciosos utilizando sustancias desinfectantes como bactericidas no residuales ni corrosivos.

*Inspección externa del equipo.* examinar o reconocer atentamente el equipo, partes o accesorios que se encuentran a la vista, sin necesidad de quitar partes, tapas, etc., tales como mangueras, chasis, cordón eléctrico, conector de alimentación, para detectar signos de corrosión, impactos físicos, desgastes, vibración, sobrecalentamiento, fatiga, roturas, fugas, partes faltantes, o cualquier signo que obligue a sustituir las partes afectadas o a tomar alguna acción pertinente al mantenimiento preventivo o correctivo.

*Limpieza integral interna.* eliminar cualquier vestigio de suciedad, desechos, polvo, moho, hongos, etc., en las partes internas que componen al equipo, mediante los métodos adecuados según corresponda. Ésta podría incluir:

- Limpieza de superficie interna utilizando limpiador líquido, lija, limpiador en pasta, etc.
- Limpieza de residuos potencialmente infecciosos utilizando sustancias desinfectantes como bactericidas no residuales ni corrosivos.
- Limpieza de tabletas electrónicas, contactos eléctricos, conectores, utilizando limpiador de contactos eléctricos, aspirador, brocha, etc.

*Inspección interna.* examinar o reconocer atentamente las partes internas del equipo y sus componentes, para detectar signos de corrosión, impactos físicos, desgastes, vibración, sobrecalentamiento, fatiga, roturas, fugas, partes faltantes, comprobándose cualquier signo que obligue a sustituir las partes afectadas o a tomar alguna acción pertinente al mantenimiento preventivo o correctivo.

*Lubricación.* de motores, bisagras, baleros y cualquier otro mecanismo que lo necesite. Puede ser realizado en el momento de la inspección y deben utilizarse los lubricantes recomendados por el fabricante o sus equivalentes.

*Reemplazo de partes defectuosas.* la mayoría de los equipos tienen partes diseñadas para gastarse durante el funcionamiento del equipo, de modo que prevengan el desgaste en otras partes o sistemas del mismo. Ejemplo de éstas son los empaques, los dispositivos protectores, los carbones, etc. El reemplazo de estas partes es un paso esencial del mantenimiento preventivo y puede ser realizado en el momento de la inspección.

*Revisión de seguridad eléctrica.* la realización de ésta prueba, dependerá del grado de protección que se espera del equipo en cuestión.

*Pruebas funcionales completas.* además de las pruebas de funcionamiento realizadas en otras partes de la rutina, es importante poner en funcionamiento el equipo en conjunto con el operador, en todos los modos de funcionamiento que éste posea, lo cual además de detectar posibles fallas en el equipo, promueve una mejor comunicación entre el técnico y el operador, con la consecuente determinación de fallas en el proceso de operación por parte del operador o del mismo técnico.

*Ajuste y calibración.* para éstos deberá tomarse en cuenta lo observado anteriormente en la inspección externa e interna del equipo, realizar mediciones de los parámetros más importantes de éste, de modo que éstos sean acordes a normas técnicas establecidas, especificaciones del fabricante o cualquier otra referencia. Luego debe realizarse la calibración que se estime necesaria, poner en funcionamiento el equipo y realizar la medición de los parámetros correspondientes, estas dos actividades serán necesarias hasta lograr que el equipo no presente signos de desajuste. (Equipos y Laboratorio de Colombia S.A.S., 2012)

## **2.5 Principios básicos del mantenimiento**

Para que el Mantenimiento cumpla su verdadera misión, la meta perseguida no es la conservación en sí misma, sino en coincidir con las demás actividades de la facultad en la obtención del más alto rendimiento. Estos principios de general aplicación en cualquier actividad, se resumen a continuación:

El Mantenimiento debe ser considerado como un factor económico de la facultad.

El mantenimiento debe ser planificado, eliminando la improvisación. Debe existir un exacto programa anual de mantenimiento, basado en el costo real de reparaciones de cada máquina o instalación de trabajo.

Debe existir un Equipo de Mantenimiento especializado, con funciones claramente definidas dentro del propio organigrama del servicio.

Debe existir información técnica completa en relación con los trabajos de mantenimiento de cada máquina o instalación.

La “calidad de reparación” no debe estar sujeta a urgencias, salvo consiente decisión de los responsables del Servicio de Mantenimiento en casos excepcionales.

Las actividades y costos de mantenimiento, deben traducirse en índices de referencia y comparación; pudiendo de esta forma seguir los pasos de la gestión del Servicio de Mantenimiento en la facultad.

El Mantenimiento en la Facultad, debe basarse por igual en:

- Elección y distribución de personal especializado,
- Creación y control de un taller propio para atender reparaciones,
- Orden y control de existencias del almacén de recambios,
- Programación Técnico - Económica. (TOAPANTA, y otros, 2010 pág. 5)

## **2.6 Gestión del Mantenimiento**

El Mantenimiento surgió como un coste necesario para evitar o reducir los fallos y su incidencia cuando se producen, dado que una parada de producción debida a la avería del sistema representa un coste de oportunidad que debe ser eliminado.

Así, el Mantenimiento está compuesto por todas aquellas acciones que minimizan los fallos y restablecen el funcionamiento del sistema cuando se produce un estado de fallo.

Como toda actividad que no añade valor, debe ser un coste a eliminar. Pero dado que todo sistema real fallará en un momento determinado, resulta una actividad imprescindible y clave en la producción actual. Éste último es debido a que la capacidad de producción depende directamente de la disponibilidad de las máquinas y si ésta disminuye por averías o mal funcionamiento, provocará el incumplimiento de los plazos de entrega al no haber sido contemplado por producción.

Así, surge la gestión del mantenimiento como todas aquellas actividades de diseño, planificación y control destinadas a minimizar todos los costes asociados al mal funcionamiento de los equipos.

Entre esas actividades se incluyen, además de las funciones típicamente asociadas al mantenimiento, los estudios de la posibilidad de renovación de equipos, la realización de modificaciones que ayuden a fiabilizar y flexibilizar el funcionamiento, la formación del personal de producción para la realización de funciones de “pequeño mantenimiento”.

Para que las actividades de mantenimiento puedan realizarse en la vida práctica, es imprescindible contar con un Sistema de Mantenimiento Preventivo que interrelacione a los recursos, materiales, al personal técnico, a su administración y a sus objetivos.

Lo que busca el Sistema de Mantenimiento en general es incrementar al máximo la disponibilidad de los recursos. Entendiendo por disponibilidad que el equipo se encuentre en buen estado de funcionamiento la mayor parte del tiempo, cumpliendo así los propósitos para lo cual fue diseñado. (RODRÍGUEZ, 2008 pág. 2)

Las ventajas que proporciona un Sistema de Mantenimiento son: mayor disponibilidad, incrementar la vida útil de los recursos, reducir los costos de reparaciones, reducir los tiempos muertos, aumentar la confiabilidad, mejorar las condiciones de operación y trabajo, propiciar un mejor ambiente laboral y enseñar con calidad.

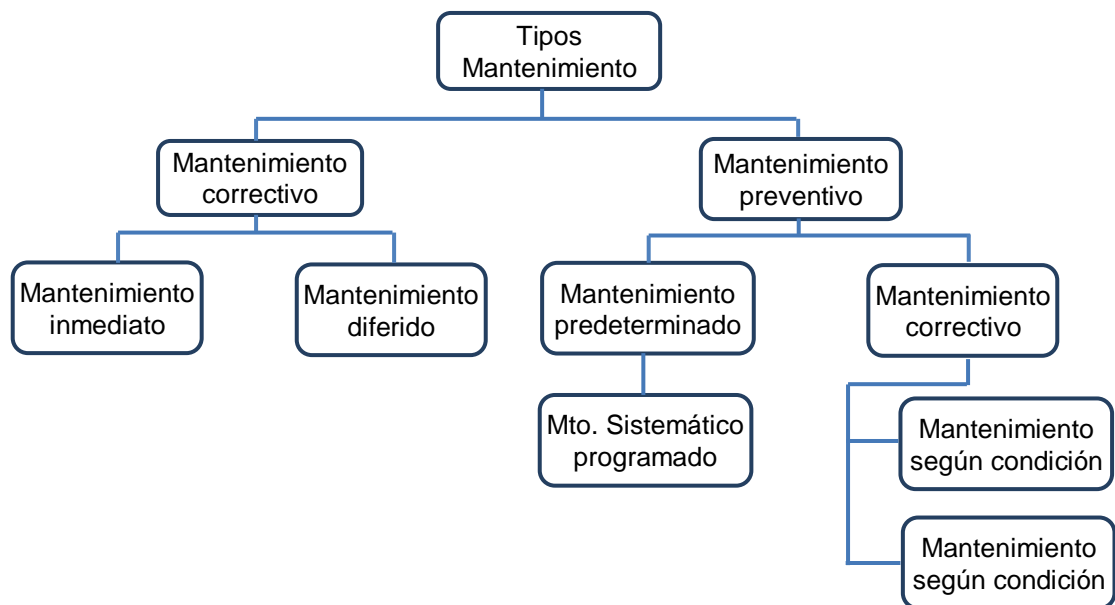
Un Sistema de Mantenimiento es un conjunto de funciones que están orientadas a brindar el mayor soporte a la gestión de mantenimiento y lograr así los objetivos de una alta disponibilidad.

Las funciones principales de un Sistema de Mantenimiento son:

- Registro de unidades
- Plan de mantenimiento preventivo
- Control y flujo de órdenes de trabajo
- Control de inventarios
- Compras
- Documentación técnica
- Análisis y retroalimentación (APREMAT, 2000 pág. 7)

**2.6.1 Tipos de mantenimiento.** La siguiente clasificación de mantenimiento corresponde a la norma europea UNE EN 3306:2011, que define la Terminología y Tipos de Mantenimiento. Son demasiadas las clasificaciones que se utilizan en cada empresa y además muchas de ellas definidas para el ámbito de algún país en particular.

Figura 5. Organigrama tipos de mantenimiento.



Fuente: UNE-EN 13306 2011, Terminología del mantenimiento p.20

**2.6.1.1 Mantenimiento preventivo.** Es el que se realiza a intervalos predeterminados o de acuerdo con criterios establecidos y que está destinado a reducir la probabilidad de fallo o la degradación del funcionamiento de un elemento.

La continuidad operativa de los activos se consigue inspeccionando y reparando antes de que los desgastes puedan producir averías, realizando reparaciones de forma planificada. Es lo que se conoce como mantenimiento preventivo.



Bien entendido que, a pesar de aplicarse éste, no se podrán evitar averías imprevistas, producidas por deficiencias no aparentes y, por tanto, no detectadas en inspecciones preventivas, o bien por otras causas; en estos casos no queda más opción que aplicar el menos deseado mantenimiento correctivo.

- *Mantenimiento predeterminado (o sistemático).* Es el mantenimiento preventivo que se realiza de acuerdo con intervalos de tiempo establecidos o con un número definido de unidades de funcionamiento, pero sin investigación previa de la condición.
- *Mantenimiento basado en la condición (o predictivo o sistemático).* Es el mantenimiento preventivo que incluye una combinación de monitorización de la condición y/o la inspección y/o los ensayos, análisis y las consiguientes acciones de mantenimiento. En función de la organización y recursos disponibles se implementarán ambos, en distinta medida, con el objetivo de evitar en lo posible la avería imprevista.

**2.6.1.2 Mantenimiento correctivo.** Las averías y paradas motivadas por fallas son, en parte, difíciles de evitar, incluso en industrias con una buena planificación del mantenimiento, donde se aplica un preventivo eficaz. Es necesario contar con un buen equipo de profesionales para gestionar las reparaciones necesarias y la fiabilización y mejora de las máquinas e instalaciones productivas (activos).

Como se ha dicho, el mantenimiento correctivo tiene dos niveles, según la Norma:

- *Mantenimiento programable (o diferido).* mantenimiento correctivo que no se realiza inmediatamente después de detectarse una avería, sino que se retrasa de acuerdo con reglas dadas.
- *Mantenimiento inmediato (o urgente).* mantenimiento correctivo que se realiza sin dilación después de detectarse una avería, a fin de evitar consecuencias inaceptables.

Queda a la discreción del Departamento de Mantenimiento, la inclusión de una avería en un nivel u otro, basado en la experiencia, en la recuperación provisional del activo para producir, en la disponibilidad o no de repuestos necesarios y en otros criterios que finalmente, vendrán determinados por las reglas establecidas o el criterio de decisión del que se disponga. (TypMan, 2013)

## **2.7     Diseño de investigación**

Según Hernández, Fernández, Baptista existen dos tipos de diseños de la investigación:

- El experimental que consiste en tomar una acción y observar las consecuencias.
- El estudio no experimental consiste en una investigación que se realiza sin manipular las variables.

La investigación no experimental se divide en 2:

- La investigación transversal recolecta datos en un solo momento y tiene como propósito describir variables y analizar interrelación en un momento dado
- La investigación longitudinal analiza cambios a través del tiempo en determinadas categorías y sucesos. (HERNÁNDEZ, y otros, 2010 págs. 149,150,151)

## CAPÍTULO III

### 3. CARACTERIZACIÓN LABORATORIOS

#### 3.1 Metodología

En éste caso la metodología a ser usada será según la definición de Hernández, Fernández y Baptista, 2010, una investigación no experimental.

La investigación no experimental es la que se realiza sin manipular deliberadamente variables; lo que se hace en este tipo de investigación es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. En un estudio no experimental no se construye ninguna situación sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente. (HERNÁNDEZ, y otros, 2010)

Dado que se pretende conservar el buen funcionamiento de los equipos, máquinas e instrumentos, se debe priorizar las acciones de mantenimiento en aquellos que presentan un mayor nivel de riesgo para la ejecución de las diferentes prácticas o ensayos dentro del laboratorio, con el fin de determinar la frecuencia del mantenimiento correspondiente. (Fundación Médica de Río Negro y Neuquén, Clínica Radiológica del Sur SA e Imágenes SA - Argentina FMRN - CRS - IMG, 2010)

El análisis se basa en los siguientes criterios:

- A. *Tipo de equipamiento o agrupamiento.* basados en la operatividad y complejidad de los procesos a realizar siendo:
  - *Equipos básicos.* aquellos que la operatividad es sencilla y el proceso realizado por éstos puede efectuarse por otros equipos de similares características.
  - *Equipos especiales.* aquellos que la operatividad es compleja al igual que el proceso realizado en éstos, siendo irremplazables por otros equipos.
- B. *Nivel de riesgo.* considera el nivel de riesgo presente al manipular los equipos durante los ensayos.

- *Equipo de alto riesgo.* cuya falla o mal uso puede producir daños graves al operador
- *Equipo de mediano riesgo.* Son dispositivos que por falla, mal uso o ausencia tendrían un impacto significativo, pero no provoca de manera inmediata daños severos
- *Equipo de bajo riesgo.* Son dispositivos en los que cualquier anomalía no causa serias consecuencias.

C. *Grado de obsolescencia.* Denota la antigüedad del equipamiento

- Equipamiento con más de 12 años de antigüedad
- Equipamiento con 6 a 12 años de antigüedad
- Equipamiento actual, de 0 a 6 años de antigüedad

D. *Requisito histórico de mantenimiento.* Denota las exigencias históricas requeridas por los equipos en concepto de mantenimientos - Preventivos y/o Correctivos.

- Extensivo
- Medio
- Mínimo

E. *Estado de conservación y funcionamiento.* Indica el estado físico y de funcionamiento en que se encuentra el Equipamiento / Instalaciones.

- Malo
- Regular
- Bueno

A partir de esta clasificación, se efectúa el registro de cada equipo e instalación de la facultad, a través del Inventario técnico de la unidad de control de bienes de la ESPOCH, completando en la matriz para cada uno, los datos referentes a:

- Modelo
- Cantidad
- Equipo

- Estado
- Año

Tabla 5. Clasificación equipos

Clasificación				
A. Grupo	B. Nivel de riesgo	C. Grado de obsolescencia	D. Requisito histórico mantenimiento	E. Estado de conservación / funcionamiento
EB: Equipo básico	Alto = 5	mayor de 12 años = 5	Extensivo = 5	malo = 5
	mediano = 3	6 a 12 años = 3	medio = 3	regular = 3
EE: Equipo especial	bajo = 1	actual = 1	mínimo = 1	bueno = 1

Fuente: FMRN - CRS – IMG Servicio de Ingeniería Clínica, Programa de gestión y mantenimiento para equipamiento médico, equipos básicos e instalaciones especiales 2010

A partir de esta matriz de datos, se obtiene el nivel de prioridad del equipamiento dentro del programa de mantenimiento, lo cual determina si el equipo o instalación en particular, será atendido bajo mantenimiento preventivo o bajo mantenimiento correctivo y la frecuencia con debe ser atendido:

Tabla 6. Nivel de prioridad

Nivel de prioridad = $\Sigma$ (Sumatoria de la clasificación)/4
[4,5 - 5,0]= Preventivo c/4 meses o recambio
[3,5 - 4] = Preventivo c/6 meses
[3,0] = Preventivo c/12 meses
[1,0 - 2,5] = Mantenimiento correctivo a demanda

Fuente: FMRN - CRS – IMG Servicio de Ingeniería Clínica, Programa de gestión y mantenimiento para equipamiento médico, equipos básicos e instalaciones especiales 2010

Una vez determinado el nivel de prioridad para cada equipo, se efectúa la planificación anual, distribuyendo las actividades a lo largo del año a efectos de equiparar las cargas laborales y requisitos presupuestarios a lo largo del año.

El primer paso para la elaboración del plan de mantenimiento es conocer de una manera pormenorizada los equipos, máquinas e instrumentos presentes en los laboratorios que a continuación se detallan:

### 3.2 Diagnóstico laboratorio de Máquinas Eléctricas

El laboratorio de Máquinas Eléctricas conocido también como de Control Industrial se encuentra localizado en el segundo piso de la escuela de Ingeniería en Mantenimiento, éste forma parte del comodato existente entre el SECAP y la ESPOCH; los equipos a continuación de detallados son de marca Labvolt.

Figura 6. Laboratorio de Máquinas Eléctricas



Fuente: Autor

Tabla 7. Inventario laboratorio de Máquinas Eléctricas

Modelo	Cantidad	Equipo	Estado	Año
8110	2	Consola móvil	Regular	1984
8211-2D	2	Máquina de corriente continua	Regular	1984
8221-2D	2	Motor de inducción jaula de ardilla	Regular	1984
8231-2D	2	Máquina de rotor bobinado	Regular	1984
8241-2D	2	Máquina sincrónica	Regular	1984
8251-2D	2	Motor con condensador de arranque	Regular	1984
8251-2D	2	Motor con condensador de marcha	Regular	1984
8254-2D	2	Motor universal	Regular	1984
8255-2D	2	Motor de repulsión - Inducción	Regular	1984
8311-2	4	Módulo de resistencia variable	Regular	1984
8321-2	2	Módulo de inductancia variable	Regular	1984

8412-2	2	Módulo de voltímetro amperímetro de cc	Regular	1984
8425-2	2	Módulo amperímetro de ca	Regular	1984
8426-2	2	Módulo voltímetro de ca	Regular	1984
8431-2	2	Vatímetro monofásico	Dañado	1984
8441-2	2	Vatímetro trifásico/ monofásico	Regular	1984
8621-2	2	Módulo de sincronización	Regular	1984
8731-2	2	Reóstato trifásico	Regular	1984
8821-2	2	Fuente de alimentación	Regular	1984
8911-2	2	Electro - dinamómetro	Regular	1984
8920	2	Tacómetro manual de precisión Asahi	Dañado	1984
8941	2	Juego de conductores de conexión	Mal estado	1984
8942	2	Correa de regulación negro	Regular	1984
9011-2	2	Control de velocidad SCR	Regular	1984
8110	1	Consola móvil	Regular	1984
8426-2	1	Módulo voltímetro de ca	Regular	1984
8452-2	1	Frequencímetro	Regular	1984
8455-2	1	Sincronoscopio	Regular	1984
8501-2	1	Máquina de cc (motor/generador)	Regular	1984
8502-02	1	Módulo para máquina de cc	Regular	1984
8503-2	1	Máquina de inducción de jaula de ardilla	Regular	1984
8504-02	1	Módulo para máquina de inducción de jaula de ardilla	Regular	1984
8505-02	1	Motor de inducción de rotor bobinado	Regular	1984
8506-02	1	Módulo de conexonado para motor de rotor bobinado	Regular	1984
8507-2	1	Motor - alternador sincrónico	Regular	1984
8508-02	1	Módulo de conexonado para motor - alternador sincrónico	Regular	1984
8509-02	3	Resistencia variable	Regular	1984
8510-02	3	Inductancia variable	Regular	1984
8511-02	3	Capacidad variable	Regular	1984
8512-02	3	Transformador monofásico	Regular	1984
8513-02	1	Voltímetro - amperímetro de cc	Regular	1984
8514-02	1	Amperímetro de ca	Regular	1984
8515-02	1	Vatímetro trifásico	Regular	1984
8516-2	1	Varímetro trifásico	Dañado	1984
8517-02	1	Disyuntor de cc	Regular	1984
8518-02	1	Módulo de sincronización	Regular	1984
8519-02	1	Arrancador para motor de cc manual	Regular	1984

8520-02	1	Arrancador para motor sincrónico	Regular	1984
8521-02	1	Arrancador para línea trifásica (motor de inducción)	Regular	1984
8522-02	1	Reóstato trifásico	Regular	1984
8523-02	1	Contador de factor de potencia	Regular	1984
8524-02	2	Reóstato de campo	Regular	1984
8525-2	1	Fuente de alimentación trifásica	Regular	1984
8526-02	1	Arrancador automático de motor cc	Regular	1984
8920	1	Tacómetro tipo manual de precisión Asahi	Dañado	1984
8930-2	1	Tacómetro eléctrico	Regular	1984
8943	2	Manguito de acoplamiento	Regular	1984

Fuente: ESPOCH. Unidad de control de bienes 2013

En la siguiente tabla se realiza la clasificación respectiva de equipos del laboratorio de Máquinas Eléctricas para determinar la frecuencia de mantenimiento más acorde a las necesidades que presenta.

Tabla 8. Clasificación de equipos y frecuencia de mantenimiento

Modelo	Equipo	A	B	C	D	E	$\Sigma/4$
8110	Consola móvil	EB	1	5	3	3	3
8211-2D	Máquina de corriente continua	EE	5	5	3	3	4
8221-2D	Motor de inducción jaula de ardilla	EE	5	5	3	3	4
8231-2D	Máquina de rotor bobinado	EE	5	5	3	3	4
8241-2D	Máquina sincrónica	EE	5	5	3	3	4
8251-2D	Motor con condensador de arranque	EE	5	5	3	3	4
8251-2D	Motor con condensador de marcha	EE	5	5	3	3	4
8254-2D	Motor universal	EE	5	5	3	3	4
8255-2D	Motor de repulsión - inducción	EE	5	5	3	3	4
8311-2	Módulo de resistencia variable	EE	5	5	3	3	4
8321-2	Módulo de inductancia variable	EE	5	5	3	3	4
8412-2	Módulo de voltímetro amperímetro de cc	EB	1	5	3	3	3
8425-2	Módulo amperímetro de ca	EB	1	5	3	3	3
8426-2	Módulo voltímetro de ca	EB	1	5	3	3	3
8431-2	Vatímetro monofásico	EB	1	5	3	3	3



8441-2	Vatímetro trifásico / monofásico	EB	1	5	3	3	3
8621-2	Módulo de sincronización	EB	1	5	3	3	3
8731-2	Reóstato trifásico	EB	1	5	3	3	3
8821-2	Fuente de alimentación	EE	5	5	3	3	4
8911-2	Electro - dinamómetro	EE	5	5	3	3	4
8920	Tacómetro manual de precisión Asahi	EB	1	5	3	3	3
8941	Juego de conductores de conexión	EB	1	5	3	3	3
8942	Correa de regulación negro	EB	1	5	3	3	3
9011-2	Control de velocidad SCR	EB	1	5	3	3	3
8110	Consola móvil	EB	1	5	3	3	3
8426-2	Módulo voltímetro de ca	EB	1	5	3	3	3
8452-2	Frequencímetro	EB	1	5	3	3	3
8455-2	Sincronoscopio	EB	1	5	3	3	3
8501-2	Máquina de cc (motor/generador)	EE	5	5	3	3	4
8502-02	Módulo para máquina de cc	EB	1	5	3	3	3
8503-2	Máquina de inducción de jaula de ardilla	EE	5	5	3	3	4
8504-02	Módulo para máquina de inducción de jaula de ardilla	EB	1	5	3	3	3
8505-02	Motor de inducción de rotor bobinado	EE	5	5	3	3	4
8506-02	Módulo de conexionado para motor de rotor bobinado	EB	1	5	3	3	3
8507-2	Motor / alternador sincrónico	EE	5	5	3	3	4
8508-02	Módulo de conexionado para motor/ alternador sincrónico	EB	1	5	3	3	3
8509-02	Resistencia variable	EE	3	5	3	3	3,5
8510-02	Inductancia variable	EE	3	5	3	3	3,5
8511-02	Capacidad variable	EE	3	5	3	3	3,5
8512-02	Transformador monofásico	EE	3	5	3	3	3,5
8513-02	Voltímetro / amperímetro de cc	EB	1	5	3	3	3
8514-02	Amperímetro de ca	EB	1	5	3	3	3
8515-02	Vatímetro trifásico	EB	1	5	3	3	3
8516-2	Varímetro trifásico	EB	1	5	3	3	3
8517-02	Disyuntor de cc	EB	1	5	3	3	3
8518-02	Módulo de sincronización	EE	5	5	3	3	4

8519-02	Arrancador para motor de cc manual	EE	5	5	3	3	4
8520-02	Arrancador para motor sincrónico	EE	5	5	3	3	4
8521-02	Arrancador para línea trifásica (motor de inducción)	EE	5	5	3	3	4
8522-02	Reóstato trifásico	EB	1	5	3	3	3
8523-02	Contador de factor de potencia	EB	1	5	3	3	3
8524-02	Reóstato de campo	EB	1	5	3	3	3
8525-2	Fuente de alimentación trifásica	EE	5	5	3	3	4
8526-02	Arrancador automático de motor cc	EE	5	5	3	3	4
8920	Tacómetro tipo manual de precisión Asahi	EB	1	5	3	3	3
8930-2	Tacómetro eléctrico	EB	1	5	3	3	3
8943	Manguito de acoplamiento	EB	1	5	3	3	3
Leyenda		EE	Equipo especial		EB	Equipo básico	
	c/4 meses o recambio		c/6 meses		c/12 meses		Mantenimiento a demanda

Fuente: Autor

### 3.3 Diagnóstico laboratorio de Electrotecnia

El laboratorio de Electrotecnia se encuentra localizado en la parte posterior de la planta baja de la escuela de Ingeniería en Mantenimiento de la Facultad de Mecánica. Los equipos que constituyen este laboratorio en su totalidad son de marca Delorenzo.

Figura 7. Laboratorio de Electrotecnia



Fuente: Autor

En las siguientes tablas se realiza un inventario y la clasificación respectiva de los equipos del laboratorio de Electrotecnia para determinar la frecuencia de mantenimiento más acorde a las necesidades que presenta.

Tabla 9. Inventario laboratorio de Electrotecnia

Modelo	Cantidad	Equipo	Estado	Año
DL 1007	5	Banco autónomo para medidas eléctricas	Regular	1979
DL 1011	1	Torrecilla de alimentación	Regular	1979
DL 2011	1	Banco de pruebas motor de c.c. y generador sincrónico trifásico	Regular	1979
DL 2012	1	Banco de pruebas motor y generador de corriente continua	Regular	1979
DL 2014	1	Banco de pruebas motor asincrónico trifásico y dínamo freno	Regular	1979

Fuente: ESPOCH. Unidad de control de bienes 2013

Tabla 10. Clasificación de equipos y frecuencia de mantenimiento

Modelo	Equipo	A	B	C	D	E	Σ/4
DL 1007	Banco autónomo para medidas eléctricas	EE	5	5	3	3	4
DL 1011	Torrecilla de alimentación	EE	5	5	3	3	4
DL 2011	Banco de pruebas motor de c.c. y generador sincrónico trifásico	EE	5	5	3	3	4
DL 2012	Banco de pruebas motor y generador de corriente continua	EE	5	5	3	3	4
DL 2014	Banco de pruebas motor asincrónico trifásico y dínamo freno	EE	5	5	3	3	4
Leyenda		EE	Equipo especial		EB	Equipo básico	
	c/4 meses o recambio		c/6 meses		c/12 meses		Mantenimiento a demanda

Fuente: Autor

### 3.4 Diagnóstico laboratorio de Electrónica

El laboratorio de Electrónica se encuentra localizado en la segunda planta del edificio de la escuela de Ingeniería en Mantenimiento, éste forma parte del comodato existente entre el SECAP y la ESPOCH; los equipos a continuación de detallados son de marca Labvolt.

Figura 8. Laboratorio de Electrónica



Fuente: Autor

Tabla 11. Inventario laboratorio de Electrónica

Modelo	Cantidad	Equipo	Estado	Año
760	2	VOM electrónico	Bueno	1979
933	5	Voltiohmetro electrónico	Bueno	1979
948A	9	Fuente de potencia ca/cd	Bueno	1979
979	5	Generador RF/AF	Bueno	1979
980A	5	Generador RF	Bueno	1979
962A	1	Multímetro digital	Bueno	1979
793C	5	Osciloscopio	Bueno	1979

Fuente: ESPOCH. Unidad de control de bienes 2013

Clasificación de equipos del laboratorio de Electrónica y determinación de la frecuencia de mantenimiento.

Tabla 12. Clasificación de equipos y frecuencia de mantenimiento

Modelo	Equipo	A	B	C	D	E	Σ/4
760	VOM electrónico	EE	3	5	5	5	4,5
933	Voltiohmetro electrónico	EE	3	5	5	5	4,5
948A	Fuente de potencia ca/cd	EE	5	5	5	5	5
979	Generador RF/AF	EB	1	5	5	5	4
980A	Generador RF	EB	1	5	5	5	4
962A	Multímetro digital	EE	3	5	5	5	4,5
793C	Osciloscopio	EE	3	5	5	5	4,5
Leyenda		EE	Equipo especial		EB	Equipo básico	
	c/4 meses o recambio		c/6 meses		c/12 meses		Mantenimiento a demanda

Fuente: Autor

### 3.5 Diagnostico laboratorio de Vibraciones

El laboratorio de Vibraciones se encuentra localizado en el modular de ajuste básico de la Facultad de Mecánica, implementando en base de aportes generados por los estudiantes de la Escuela.

Figura 9. Laboratorio de Análisis Vibracional



Fuente: Autor

En las siguientes tablas se realiza un inventario y la clasificación respectiva de los equipos del laboratorio de Vibraciones para determinar la frecuencia de mantenimiento más acorde a las necesidades que presenta.

Tabla 13. Inventario laboratorio de Vibraciones

Inventario	Cantidad	Equipo	Estado	Año
1784	1	Motor – ventilador	Bueno	2007
88467	1	Motor – engrane	Bueno	2008
1783	1	Motor – acople (WEG)	Bueno	2007
59705	1	Mecanismo de bandas	Bueno	2007
59704	1	Motor bomba	Bueno	2007
59706	1	Motor – banda	Bueno	2003
59707	1	Motor – acople	Bueno	2011

Fuente: ESPOCH. Unidad de control de bienes 2013

Tabla 14. Clasificación de equipos y frecuencia de mantenimiento

Inventario	Equipo	A	B	C	D	E	Σ/4
1784	Motor – ventilador	EB	5	1	1	1	2
88467	Motor – engrane	EB	3	1	1	1	2
1783	Motor – acople (WEG)	EB	5	1	1	1	2
59705	Mecanismo de bandas	EB	5	1	1	1	2
59704	Motor bomba	EB	5	1	1	1	2
59706	Motor – banda	EB	5	1	1	1	2
59707	Motor – acople	EB	5	1	1	1	2
Leyenda		EE	Equipo especial		EB	Equipo básico	
	c/4 meses o recambio		c/6 meses		c/12 meses		Mantenimiento a demanda

Fuente: Autor

### 3.6 Resumen de los datos

De acuerdo a las tablas de clasificación de equipos de cada uno de los laboratorios se establece lo siguiente:

Tabla 15. Resumen de datos

Área	Mantenimiento
Laboratorio de Máquinas Eléctricas	Cada 6 meses y 12 meses
Laboratorio de Electrotecnia	Cada 6 meses
Laboratorio de Electrónica	Cada 4 meses o recambio
Laboratorio de Vibraciones	Mantenimiento a demanda

Fuente: Autor

El laboratorio de Vibraciones presenta una frecuencia inexacta o a demanda, ya que en este caso los puntos analizados no toman en cuenta el mantenimiento continuo que se les da a los equipos presentes en el laboratorio, durante los ensayos realizados a modo de simulación de los diferentes tipos de falla y su predicción. En base a este análisis se establece que el mantenimiento recomendado para los laboratorios será; cada seis meses, mensual y después de realizada la práctica, ya que cada periodo académico dura un semestre y muchos equipos son continuamente usados debiendo estar funcionales cada semestre de estudio.

## **CAPÍTULO IV**

### **4. ELABORACIÓN DOCUMENTOS**

#### **4.1 Generalidades**

Para la elaboración de los manuales, se deberá clasificar la información de cada uno de los laboratorios obtenida en el capítulo anterior y que no intervinieron en el análisis del estado actual ni de la frecuencia mantenimiento, con respecto a las diferentes aplicaciones prácticas que se llevan a cabo en cada uno de los equipos, máquinas e instrumentos presentes, desarrollando su respectivo proceso previo a la ejecución del ensayo, al igual que de los trabajos realizados ya sean de corrección o conservación del inventario semestre a semestre, con el fin de realizar un registro y un historial de las máquinas, así como de las diferentes tareas a realizar en el mantenimiento preventivo o correctivo, siendo necesario la codificación de cada uno de éstos antes de elaborar la ficha respectiva.

#### **4.2 Codificación**

En el proceso de gestión de mantenimiento, la codificación de los equipos es uno de los primeros puntos a ser examinados y concretados, teniendo en cuenta que éste facilita la organización, registro y seguimiento de las actividades a realizarse.

Para estructurar la codificación de las máquinas o equipos presentes dentro del plan de mantenimiento existen varias recomendaciones, pero todas éstas se basan en que el código pueda brindar información acerca de la identificación, características o grupos similares, jerarquización de las áreas donde se encuentran localizados o van a ser tomadas en cuenta el plan de mantenimiento, etc.

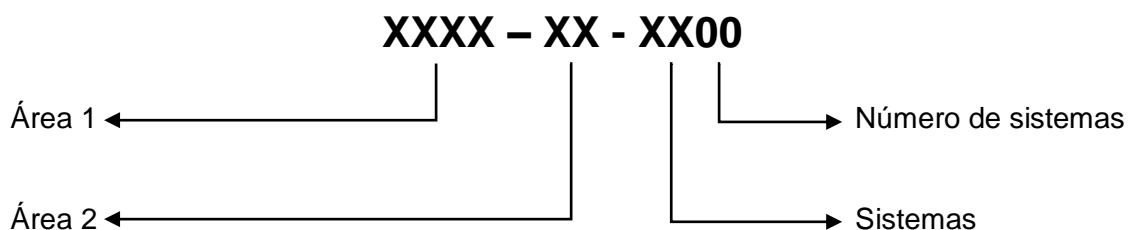
El código manejado por inventarios es en ocasiones válido para este propósito, pero es recomendable realizar una clasificación de los sistemas presentes por área, con el fin de agrupar los que tengan similares o iguales características y mejorar la eficiencia con respecto a las tareas asignadas.



Es así que a lo largo de todo el código, éste puede contener tanto letras como números en ciertos campos, procurando que contenga la mayor información acerca del elemento codificado en un corto espacio.

El código a determinarse tendrá la siguiente estructura, para facilidad de ingreso en un posterior software:

Figura 10. Estructura código mantenimiento



Fuente: Autor

*Determinación área 1.* comprendida como el primer nivel dentro del código abarca las facultades, administraciones, servicios presentes dentro de la institución compuesto por cuatro letras que los identifique.

Facultad de Mecánica

FAME

*Determinación área 2.* o segundo nivel dentro del código comprende los laboratorios, escuelas, oficinas y demás espacios dentro de cada una de las facultades, administraciones, servicios caracterizado por 2 letras que los identifique.

Laboratorio de Máquinas Eléctricas (Control Industrial)	ME
Laboratorio de Electrotecnia	LE
Laboratorio de Electrónica (Electrónica Básica)	EB
Laboratorio de Vibraciones	LV

*Determinación número de sistemas.* cantidad de sistemas con similares o iguales características de acuerdo a la clasificación previamente realizada, basado en números de 2 cifras.

*Determinación sistemas.* grupo al cual pertenece los elementos previamente clasificados, dentro de cada uno de los espacios que a continuación se detallan y en

los que sólo han sido tomados en cuenta las máquinas, equipos, instrumentos operativos o que formen parte en la formación del estudiante.

Laboratorio de máquinas eléctricas:

- *Estación de trabajo.* compuesto por todos los armarios que alojan los módulos, éstos están contruidos en acero de gran espesor con un recubrimiento resistente al desgaste para una mayor durabilidad. El código de referencia para la designación de éstos es ET.

Figura 11. Estación de trabajo



Fuente: Autor

- *Motores.* básicamente existen dos tipos de motores, de baja potencia (0,2 kW) y los de alta potencia (2 kW), son modelos a escala de sus homólogos de la industria y están diseñados para funcionar como equipo de energía de grandes dimensiones utilizados en la industria. El código de referencia para la designación de éstos es MO.

Figura 12. Motor de 2 kW



Fuente: Autor

- *Módulos de conexión.* permiten la conexión de los motores de alta potencia con la fuente, por medio del panel frontal y la conexión posterior en las estaciones de

trabajo, cada módulo depende del motor a ser usado durante el ensayo. El código de referencia para la designación de éstos es MC.

Figura 13. Módulo de conexión máquina de corriente continua



Fuente: Autor

- *Cargas.* resistencia, inductancia y capacitancia, todos componentes de carga, que están diseñados para proporcionar impedancias de magnitudes iguales para los tres tipos de cargas existiendo módulos tanto para alta como para baja potencia. El código de referencia para la designación de éstos es CA.

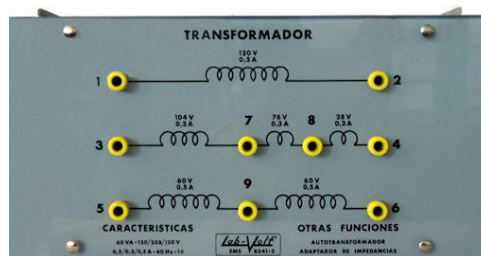
Figura 14. Resistencia variable



Fuente: Autor

- *Transformadores.* todos los módulos conformados por bobinados que permitan la ampliación o reducción del voltaje o corriente. El código de referencia para la designación de éstos es TR.

Figura 15. Transformador



Fuente: Autor

- *Fuentes de alimentación.* todos los equipos de suministro de energía eléctrica de baja y alta potencia, que se adaptan a las estaciones de trabajo. El código de referencia para la designación de éstos es FA.

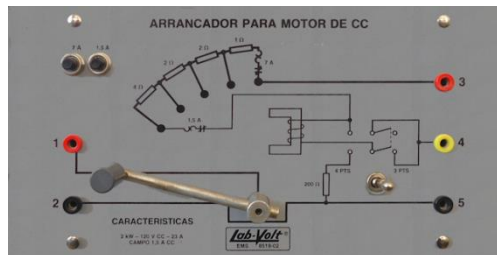
Figura 16. Fuente de poder



Fuente: Autor

- *Arrancadores.* módulos que permiten encender los motores siendo propio para cada tipo de motor. El código de referencia es AR.

Figura 17. Arrancador para motor de cc



Fuente: Autor

- *Reóstatos.* todos los módulos de resistencia de potencia variable. El código de referencia para la designación de éstos es RE.

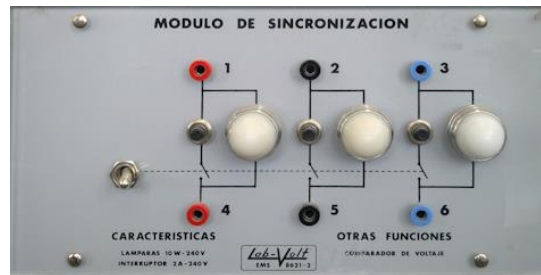
Figura 18. Reóstato de campo



Fuente: Autor

- *Módulos sincronización.* módulos para alcanzar sincronismo entre dos generadores de corriente alterna. El código de referencia es MS.

Figura 19. Módulo de Sincronización



Fuente: Autor

- *Líneas de transmisión.* módulos usados en la transmisión y uso de energía eléctrica de corriente alterna. El código de referencia para la designación de éstos es LT.

Figura 20. Línea de transmisión trifásica



Fuente: Autor

- *Instrumentos.* los módulos de medición que sean diseñados para cubrir toda la gama de medidas necesarias, como amperímetros, voltímetros, vatímetros varímetros, etc. El código de referencia para la designación de éstos es IN.

Figura 21. Voltímetro CA



Fuente: Autor

- *Elementos varios.* denominados así por ser de características específicas por unidad como: módulo de control de velocidad a SCR, disyuntor, lámparas: grados eléctricos, volante de inercia, acople, correa de distribución, cables de conexión, etc. El código de referencia para la designación de éstos es EV.

Figura 22. Grados eléctricos



Fuente: Autor

Laboratorio de Electrónica:

- *Fuente de potencia.* proporciona energía de salida dependiendo de la magnitud y tipo, utilizada en la teoría de circuitos para analizar el comportamiento de los componentes electrónicos y los circuitos reales. El código de referencia para la designación de éstos es FP.

Figura 23. Fuente de potencia



Fuente: Autor

- *Multímetro digital.* instrumentos para la medición de voltaje, resistencias y corriente de forma digital. En contra posición con los instrumentos de medición

analógica, los instrumentos digitales indican los valores de medida en cifras numéricas. El código de referencia para la designación de éstos es MD.

Figura 24. Multímetro digital



Fuente: Autor

- *Generador de frecuencia.* equipos capaces de generar señales variables en el dominio del tiempo para ser aplicadas posteriormente sobre el o los circuito de prueba pudiendo ser éstas de radio o audio frecuencia. El código de referencia para la designación de éstos es GF.

Figura 25. Generador de frecuencia



Fuente: Autor

- *Osciloscopio.* instrumentos electrónicos utilizados para la medición y visualización de señales electrónicas con respecto al tiempo y de forma

indirecta, de otras magnitudes relacionadas con la tensión. El código de referencia para la designación de éstos es OS.

Figura 26. Osciloscopio



Fuente: Autor

- *VOM electrónico.* VOM (Voltios, Ohmios, Miliamperímetro), instrumentos para la medición de voltaje, resistencias y corriente de forma analógica. El código de referencia para la designación de éstos es VE.

Figura 27. VOM electrónico



Fuente: Autor

Laboratorio de Electrotecnia:

- *Banco autónomo para medidas eléctricas.* todos los equipos de suministro de energía eléctrica, modelo 1007. El código de referencia para la designación de éstos es BA.

Figura 28. Banco autónomo para medidas eléctricas



Fuente: Autor



- *Torrecilla de alimentación.* todos los equipos de suministro de energía eléctrica, modelo 1011. El código de referencia para la designación de éstos es TA.

Figura 29. Torrecilla de alimentación



Fuente: Autor

- *Banco de pruebas.* todos los bancos de pruebas compuestos por un módulo de alimentación, motor, generador o alternador. El código de referencia para la designación de éstos es BP.

Figura 30. Banco de pruebas motor de c.c. y generador sincrónico trifásico



Fuente: Autor

Laboratorio de Vibraciones:

- *Motor ventilador.* todos los equipos que tengan ésta constitución. El código de referencia para la designación de éstos es MV.

Figura 31. Motor ventilador



Fuente: Autor

- *Motor engrane.* todos los equipos que la transmisión se lleve a cabo con engranes. El código de referencia para la designación de éstos es ME.

Figura 32. Motor engrane



Fuente: Autor

- *Motor acople.* todos los equipos que la unión entre el motor y el elemento de transmisión sea mediante un acople. El código de referencia para la designación de éstos es MA.

Figura 33. Motor acople



Fuente: Autor

- *Motor banda.* todos los equipos que la transmisión se lleve a cabo mediante bandas. El código de referencia para la designación de éstos es MB.

Figura 34. Motor banda



Fuente: Autor

En base a la clasificación realizada se procede a la codificación de los equipos, manteniendo el área 1 como FAME y el área 2 como el laboratorio respectivo:

#### Codificación de los equipos del laboratorio de Máquinas Eléctricas

Tabla 16. Código mantenimiento laboratorio de Máquinas Eléctricas

Equipo	Modelo	Cantidad	Código mantenimiento
Consola móvil (estación de trabajo)	8110	3	FAME-ME-ET01 FAME- ME-ET02 FAME-ME-ET03
Máquina de corriente continua	8211-2D	2	FAME-ME-MO01 FAME-ME-MO02
Motor de inducción jaula de ardilla	8221-2D	2	FAME-ME-MO03 FAME-ME-MO04
Máquina de rotor bobinado	8231-2D	2	FAME-ME-MO05 FAME-ME-MO06
Máquina sincrónica	8241-2D	2	FAME-ME-MO07 FAME-ME-MO08
Motor con condensador de arranque	8251-2D	2	FAME-ME-MO09 FAME-ME-MO10
Motor con condensador de marcha	8251-2D	2	FAME-ME-MO11 FAME-ME-MO12
Motor universal	8254-2D	2	FAME-ME-MO13 FAME-ME-MO14
Motor de repulsión - inducción	8255-2D	2	FAME-ME-MO15 FAME-ME-MO16
Electro - dinamómetro	8911-2	2	FAME-ME-MO17 FAME-ME-MO18
Máquina de cc (motor/generador)	8501-2	1	FAME-ME-MO19

Máquina de inducción de jaula de ardilla	8503-2	1	FAME-ME-MO20
Motor de inducción de rotor bobinado	8505-02	1	FAME-ME-MO21
Motor / alternador sincrónico	8507-2	1	FAME-ME-MO22
Módulo para máquina de cc	8502-02	1	FAME-ME-MC01
Módulo para máquina de inducción de jaula de ardilla	8504-02	1	FAME-ME-MC02
Módulo de conexionado para motor de rotor bobinado	8506-02	1	FAME-ME-MC03
Módulo de conexionado para motor/ alternador sincrónico	8508-02	1	FAME-ME-MC04
Módulo de resistencia variable	8311-2	4	FAME-ME-CA01 FAME-ME-CA02 FAME-ME-CA03 FAME-ME-CA04
Módulo de inductancia variable	8321-2	2	FAME-ME-CA05 FAME-ME-CA06
Módulo de capacidad variable	8331-2	4	FAME-ME-CA07 FAME-ME-CA08 FAME-ME-CA09 FAME-ME-CA10
Resistencia variable	8509-02	3	FAME-ME-CA11 FAME-ME-CA12 FAME-ME-CA13
Inductancia variable	8510-02	3	FAME-ME-CA14 FAME-ME-CA15 FAME-ME-CA16
Capacidad variable	8511-02	3	FAME-ME-CA17 FAME-ME-CA18

			FAME-ME-CA19
Fuente de alimentación	8821-2	2	FAME-ME-FA01 FAME-ME-FA02
Fuente de alimentación trifásica	8525-2	1	FAME-ME-FA03
Módulo de transformadores	8341-2	6	FAME-ME-TR01 FAME-ME-TR02 FAME-ME-TR03 FAME-ME-TR04 FAME-ME-TR05 FAME-ME-TR06
Transformador monofásico	8512-02	3	FAME-ME-TR07 FAME-ME-TR08 FAME-ME-TR09
Módulo de transformador trifásico	8348-2	2	FAME-ME-TR10 FAME-ME-TR11
Módulo de línea de transmisión trifásica	8329-2	2	FAME-ME-LT01 FAME-ME-LT02
Módulo de regulación trifásica (autotransformador)	8349-2	2	FAME-ME-LT03 FAME-ME-LT04
Arrancador para motor de cc manual	8519-02	1	FAME-ME-AR01
Arrancador para motor sincrónico	8520-02	1	FAME-ME-AR02
Arrancador para línea trifásica (motor de inducción)	8521-02	1	FAME-ME-AR03
Arrancador automático de motor cc	8526-02	1	FAME-ME-AR04
Reóstato trifásico	8731-2	2	FAME-ME-RE01 FAME-ME-RE02
Reóstato de campo	8524-02	2	FAME-ME-RE03 FAME-ME-RE04
Reóstato trifásico	8522-02	1	FAME-ME-RE05

Módulo de sincronización	8518-02	1	FAME-ME-MS01
Módulo de sincronización	8621-2	2	FAME-ME-MS02 FAME-ME-MS03
Módulo de voltímetro amperímetro de cc	8412-2	2	FAME-ME-IN01 FAME-ME-IN02
Módulo amperímetro de ca	8425-2	2	FAME-ME-IN03 FAME-ME-IN04
Módulo voltímetro de ca	8426-2	2	FAME-ME-IN05 FAME-ME-IN06
Vatímetro monofásico	8431-2	2	FAME-ME-IN07 FAME-ME-IN08
Vatímetro trifásico / monofásico	8441-2	2	FAME-ME-IN09 FAME-ME-IN10
Módulo de vatímetro / varímetro trifásico	8446-2	1	FAME-ME-IN11
Módulo de medidor de ángulo fasímetro	8451-2	2	FAME-ME-IN12 FAME-ME-IN13
Sincronoscopio	8455-2	1	FAME-ME-IN14
Voltímetro / amperímetro de cc	8513-02	1	FAME-ME-IN15
Amperímetro de ca	8514-02	1	FAME-ME-IN16
Vatímetro trifásico	8515-02	1	FAME-ME-IN17
Varímetro trifásico	8516-2	1	FAME-ME-IN18
Control de velocidad SCR	9011-2	2	FAME-ME-EV01 FAME-ME-EV02
Disyuntor de cc	8517-02	1	FAME-ME-EV03
Tacómetro eléctrico	8930-2	1	FAME-ME-EV04
Tacómetro eléctrico	8931	1	FAME-ME-EV05

Lámpara piloto	9120-2	4	FAME-ME-EV06 FAME-ME-EV07 FAME-ME-EV08 FAME-ME-EV09
Módulo de ángulo de torsión mecánica	8909-02	1	FAME-ME-EV10
Volante de inercia	8915-2	1	FAME-ME-EV11
Manguito de acoplamiento	8943	2	FAME-ME-EV12 FAME-ME-EV13
Correa de regulación negro	8942	2	FAME-ME-EV14 FAME-ME-EV15
Juego de conductores de conexión	8941	1	FAME-ME-EV16

Fuente: Autor

#### Codificación de los equipos del laboratorio de Electrotecnia

Tabla 17. Código mantenimiento laboratorio de Electrotecnia

Equipo	Modelo	Cantidad	Código mantenimiento
Banco autónomo para medidas eléctricas	DL 1007	5	FAME-LE-BA01 FAME-LE-BA02 FAME-LE-BA03 FAME-LE-BA04 FAME-LE-BA05
Torrecilla de alimentación	DL 1011	1	FAME-LE-TA01
Banco de pruebas motor de c.c. y generador sincrónico trifásico	DL 2011	1	FAME-LE-BA01
Banco de pruebas motor y generador de corriente continua	DL 2012	1	FAME-LE-BA02
Banco de pruebas motor asincrónico trifásico y dínamo freno	DL 2014	1	FAME-LE-BA03

Fuente: Autor

Codificación de los equipos del laboratorio de Electrónica

Tabla 18. Código mantenimiento laboratorio de Electrónica

Equipo	Modelo	Cantidad	Código mantenimiento
VOM electrónico	760	2	FAME-EB-VE01 FAME-EB-VE02
Voltiohmetro electrónico	933	5	FAME-EB-VE03 FAME-EB-VE04 FAME-EB-VE05 FAME-EB-VE06 FAME-EB-VE07
Fuente de potencia ca/cd	948A	9	FAME-EB-FP01 FAME-EB-FP02 FAME-EB-FP03 FAME-EB-FP04 FAME-EB-FP05 FAME-EB-FP06 FAME-EB-FP07 FAME-EB-FP08 FAME-EB-FP09
Generador RF/AF	979	5	FAME-EB-GF01 FAME-EB-GF02 FAME-EB-GF03 FAME-EB-GF04 FAME-EB-GF05
Generador RF	980A	5	FAME-EB-GF06 FAME-EB-GF07 FAME-EB-GF08 FAME-EB-GF09 FAME-EB-GF10
Multímetro digital	962A	1	FAME-EB-MD01
Osciloscopio	793C	5	FAME-EB-OS01 FAME-EB-OS02 FAME-EB-OS03 FAME-EB-OS04 FAME-EB-OS05

Fuente: Autor



## Codificación de los equipos del laboratorio de Vibraciones (Análisis Vibracional)

Tabla 19. Código mantenimiento laboratorio de Vibraciones (Análisis Vibracional)

Equipo	Inventario	Cantidad	Código mantenimiento
Motor - ventilador	1784	1	FAME-LV-MV01
Motor - engrane	88467	1	FAME-LV-ME01
Motor – acople (WEG)	1783	1	FAME-LV-MA01
Mecanismo de bandas	59705	1	FAME-LV-MB01
Motor - bomba	59704	1	FAME-LV-MA02
Motor – banda	59706	1	FAME-LV-MB02
Motor – acople	59707	1	FAME-LV-MA03

Fuente: Autor

### 4.3 Elaboración de fichas de máquinas

Dentro de la gestión de mantenimiento uno de los puntos básicos es la elaboración de fichas de máquinas, que consiste en redactar dentro de campos previamente establecidos las diferentes características de las máquinas, equipos, instrumentos usados dentro de cada uno de los laboratorios.


Éstas contienen la siguiente información:

1. Logotipos de la ESPOCH y la Facultad de Mecánica
2. Nombre del grupo
3. Nombre de la ficha
4. Laboratorio
5. Ubicación del laboratorio
6. Número de ficha
7. Cantidad de sistemas o elementos
8. Nombre del equipo
9. Partes principales
10. Características principales del elemento
11. Código del elemento
12. Imagen del elemento
13. Imagen de partes principales



Algunos campos pueden o no estar presentes dentro de las fichas, ya que éstas deben adaptarse a la información con la que se cuenta dependiendo del tipo de laboratorio.

## Laboratorio de Máquinas Eléctricas

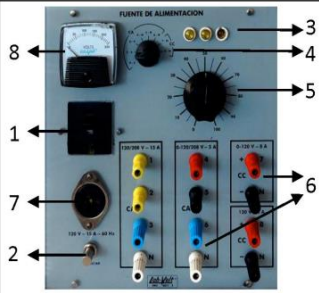
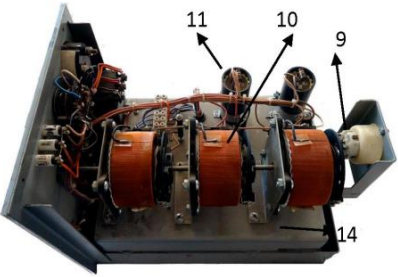
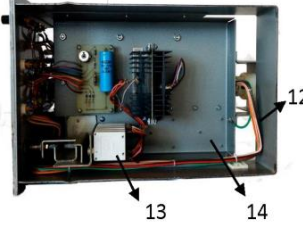
Figura 35. Ficha fuente de alimentación

		Fuentes de alimentación	
		Datos técnicos - Componentes principales	Ficha: 1 - 1
Versión: 2013		Laboratorio de Máquinas Eléctricas	Ubicación: Escuela Ing. De Mantenimiento

#	Nombre	Características o Componentes	Equipo
01	Fuente de alimentación	<p>Marca: LAB-VOLT. Modelo :EMS 8821-2</p> <p>Entrada</p> <p>Tensión de línea: 120/208 V – 60 Hz Corriente de línea: 15 A Características de la red: 20 A; trifásica; de 5 conductores conectados en estrella; incluyendo el neutro y tierra</p> <p>Salidas</p> <p>Trifásica fija ca: 120/208 V – 15 A Trifásica variable ca: 0-120/208 V – 5 A Variable cc: 0-120 V – 8 A Fija cc: 120 V – 2 A Baja potencia ca: 24 V – 3 A</p> <p>Conector tomacorriente: NEMA L21-20 con cable de 3 m</p> <p>Inventario: 93687 Masa: 18,4 kg (40,5 lb)</p> <p>Código: FAME-ME-FA01/FA02</p>	
03	Fuente de alimentación	<p>Marca: LAB-VOLT. Modelo :EMS 8821-2</p> <p>Entrada</p> <p>Tensión de línea: 120/208 V – 60 Hz Corriente de línea: 15 A Características de la red: 15 A, trifásica, de 5 conductores conectados en estrella, incluyendo el neutro y tierra</p> <p>Salidas</p> <p>Trifásica fija ca: 120/208 V – 15 A Trifásica variable ca: 0 a 120/208 V – 15 A Variable cc: 0 to 120 V – 25 A Fija cc: 120 V – 5 A Baja potencia ca: 24 V – 3 A</p> <p>Conector tomacorriente: NEMA L21-20 con cable de 3 m</p> <p>Inventario: 93688 Masa: 32,6 kg (71,9 lb)</p> <p>Código: FAME-ME-FA01/FA02</p>	


	
	<p>Partes principales:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Interruptor de encendido</li> <li>2. Reset del disyuntor de seguridad</li> <li>3. Lámparas indicadoras de señal</li> <li>4. Selector de conexión ca /cc</li> <li>5. Selector de voltaje</li> <li>6. Conectores de salida ca /cc</li> <li>7. Tomacorriente 120V/15A/60Hz</li> <li>8. Voltímetro</li> <li>9. Conector fuente de alimentación.</li> <li>10. Devanado transformador.</li> <li>11. Condensadores</li> <li>12. Cableado alimentación</li> <li>13. Disyuntor de seguridad</li> <li>14. Estructura</li> </ol>

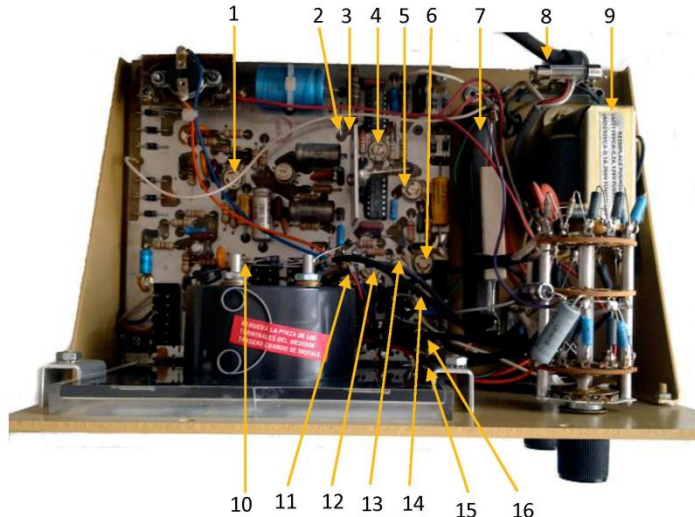
Fuente: Autor

Figura 36. VOM Electrónico

 	<b>VOM Electrónico</b>		Ficha:1-2
			Código: FAME-EB-VE01 y VE02
	DATOS TÉCNICOS - COMPONENTES PRINCIPALES		Inventario: 93689
	Versión: 2013		Manuales Fabricante: SI
Laboratorio de Electrónica Básica		Ubicación: Escuela Mantenimiento	



#	Características o Componentes	Equipo
---	-------------------------------	--------

01 a 02	<b>Marca:</b> LAB-VOLT. <b>Modelo:</b> 760 <b>Potencia De Entrada</b> 105-125 Vca o 210-250 Vca, 50/60Hz, monofásico, 10 Vatios. <b>Voltímetro de cd</b> Rangos 0 a 0,15 /0,5 /1,5 /5,0 /15 /50 /150 /500 voltios deflexión total. Resistencia de Entrada 11 Megaohmios en todos los rangos. Exactitud $\pm 3\%$ de deflexión total. <b>Voltímetro de ca</b> Rangos 0 a 0,015 /0,05 /0,15 /0,5 /1,5 /5 /15 /50 /150 /500 voltios deflexión total. Resistencia de Entrada 10 Megaohmios Exactitud $\pm 5\%$ de deflexión total Respuesta de Frecuencia $\pm 1$ dB , 8Hz a 500kHz; $\pm 2$ dB, 4Hz a 1MHz <b>Ohmímetro</b> Rangos ( $\Omega$ y LP $\Omega$ ) R x 1 /x 10 /x 100 /x 1 k /x 10 k /x 100 k /x 1 M Escala Central 9 Rango de Graduación de Escala 0,2 a 1000 Fuente de Potencia - $\Omega$ 1,5Vcd a 165mA en R x 1 a corto circuito Fuente de Potencia - LP $\Omega$ 0,136Vcd a 15mA en R x 1 a corto circuito. Para cada aumento sucesivo de rango la potencia se reduce por un factor de diez.	 <b>Miliamperímetro De cd/ca</b> Rangos 0 a 15 $\mu$ A /150 $\mu$ A /1,5 mA /15 mA /150 mA /1,5 A deflexión total Exactitud cd/ca $\pm 2\%$ / $\pm 3\%$ de deflexión total <b>Medidor</b> Tipo De Banda Tensa Sensibilidad 100 $\mu$ A <b>Dimensiones totales</b> Altura 7" (18 cm) Anchura 9-1/2" (24 cm) Profundidad 6" (15 cm) Peso Neto: 5,1 libras (2,3 kg)
---------------	--	--

	<b>Partes Principales Internas</b> 1. A1 R33 calibración de Vca-Aca 2. A1 CR8 +9 a 11 Vcd 3. Puente de conexión -9 a 11 Vcd 4. A1 R14 ajuste de -10 Vcd 5. A1 R24 ajuste de 1,5 Vcd 6. A1 R22 ajuste de 0,136 Vcd 7. R1 1,50 V $\Omega$ ; 0,136 V (LP) 8. Fusible 9. Transformador 10. A1 R7 calibración de Acd 11. A1 R48 calibración de LP $\Omega$ de vcd 12. A1 R49 calibración de $\Omega$ 13. A1 R46 ajuste de equilibrio 14. A1 R12 Calibración de ca 15. A1 C4 calibración de frecuencia 16. A1 S1F-7 pasador derecho del frente
--	--

Fuente: Autor


Figura 37. Ficha torrecilla de alimentación

Torrecilla de alimentación		
 	Datos técnicos - Componentes principales	Ficha: 1 - 2
	Versión: 2013	Ubicación: Escuela Ing. De Mantenimiento

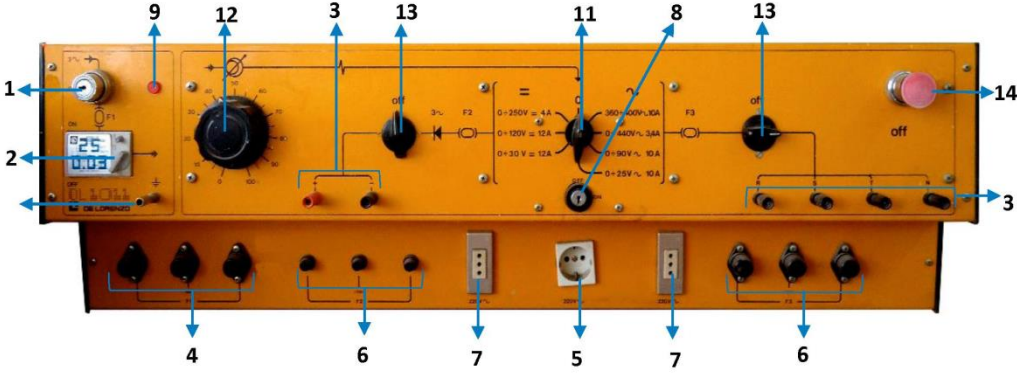
  

#	Características o Componentes	Equipo
---	-------------------------------	--------

01	<b>Marca:</b> De Lorenzo <b>Modelo :</b> DL 1011 <b>Tensiones alternas:</b> tensión trifásica seleccionadas por medio de un conmutador 360 – 400 V / 10 A    0 - 440 V / 3,4 A 0 – 90 V / 10 A    0 – 25 V / 10 A <b>Tensión monofásica:</b> seleccionadas por medio de un conmutador 0 – 250 V / 4 A    0 - 120 V / 12 A 0 – 30 V / 12 A <b>Tensiones continuas estabilizadas:</b> <b>Limitador de tensión:</b> se puede regular entre 0 y 100 %. <b>Regulación de la carga:</b> 0,05 % de vacío a carga completa. <b>Regulación de la red:</b> 0,05% para una variación de $\pm 10\%$ . <b>Ondulación residual:</b> < 1mV. <b>Interruptor</b> diferencial de alta sensibilidad con llave de bloqueo. <b>Tensión de alimentación:</b> 380 o 220V trifásica con neutro. <b>Año de adquisición:</b> 1979	
	<b>Inventario:</b> 8637	
	<b>Código:</b> FAME-LE-TA01	

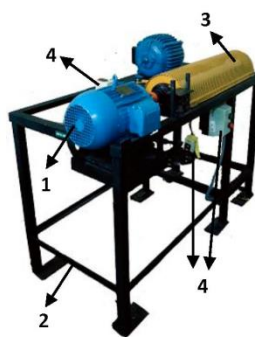
Partes Principales		
	1. Interruptor con llave 2. Disyuntor e interruptor de encendido 3. Conjunto de bornes tipo banana 4. Fusibles de protección (16 A) 5. Conector Tipo F, CEE 7/4, Schuko 6. Fusibles de protección (10 A) 7. Conector Tipo L, CEI 23-16 VII 8. Interruptor 9. Lámpara indicadora 10. Perilla de selección de corriente 11. Perilla de selección de voltaje y corriente 12. Perilla limitadora de corriente 13. Perilla de selección de encendido 14. Pulsador de apagado	


Fuente: Autor



Figura 38. Ficha motor - acople

 	<b>Motor – Acople</b>	Ficha:1-1
		Código: FAME-LV-MB01
Versión: 2013	Laboratorio de Análisis Vibracional	Inventario: 59707
		Cuenta: 141.01.04.45.856
		Ubicación: Aulas Cab

#	Nombre	Características o Componentes	Equipo
01	Principal	Marca: WEG Potencia: 5 HP Voltaje: 220/380/240 V Cos $\phi$ : 0.76 Corriente: 14.0/8.12/7.01 A RPM: 1710 Frecuencia: 60 Hz / P Rendimiento: 85.5% Año de fabricación: 2011 Número de fases: 3~ Año de adquisición: 2011 Número serie: IP 55 Modelo: TE1BFOXO	
02	Estructura	Perfil tipo ángulo de acero Pintura tipo esmalte color negro	
03	Rejilla	Rejilla para protección de acero Pintura tipo esmalte color amarillo	
04	Control eléctrico	Contactor Lg GMC- 22 AC1- 40; AC3- 22A ;5.5HP ; 220V Relé Térmico Marca LG-GTH-22 ( 9 - 13 A) 2 Pulsadores	

Función	Proceso	Descripción	Control
Principal aplicación de análisis de vibraciones representado en la transmisión de potencia a un eje mediante un acople flexible capaz de absorber cierta desalineación.	<div><div><div>Abrir rejilla</div><div>Conectar alimentación</div><div>Cerrar rejilla</div><div>Parada</div><div>fin</div></div><div></div><div><div><div>○ Fin</div><div>▽ Operación manual</div><div>□ Operación</div><div>■ Control al 100%</div></div></div></div>	<div>Abrir la rejilla de protección a fin de precautelar algún tipo de encendido anormal</div> <div>Ubicar en On el disyuntor correspondiente a la sección 2 en la caja de disyuntores.</div> <div>Ubicar la rejilla en la posición normal de trabajo Accionar el motor mediante el pulsador verde.</div> <div>Accionar el motor mediante el pulsador verde.</div> <div>Para detener el motor presionar el pulsador rojo.</div> <div>Volver el disyuntor correspondiente a la sección 1 a Off en la caja de disyuntores.</div>	<div>Ninguno de los pulsadores debe encontrarse accionado.</div> <div>Verificar las seguridades (final de carrera) y el normal cierre y apertura.</div> <div></div> <div>El motor debe detenerse completamente antes de abrir la tapa</div> <div></div>
<div>Seguridad</div> <div>1. Si la máquina presenta alguna condición insegura se procederá inmediatamente a dar el respectivo conocimiento a la persona encargada del laboratorio</div> <div>2. Tener en cuenta las diferentes zonas de tránsito (seguras).</div> <div>3. Nunca se debe intentar detener el eje con las manos.</div> <div>4. Conocer la forma de proceder en caso de algún accidente es importante antes de comenzar cualquier actividad.</div>		<div>Para poner en funcionamiento la maquinaria para pruebas que se necesiten realizar con la guarda abierta se deberá accionar el pulsador P2, una vez terminadas las pruebas se deberá pulsar nuevamente P2 para desactivar el circuito.</div>	

Fuente: Autor

#### **4.4 Elaboración de fichas de proceso**

En la ficha de proceso se ha tomado en cuenta los siguientes puntos:

1. Logotipos de la ESPOCH y la Facultad de Mecánica.
2. Laboratorio.
3. Número de ficha.
4. Ubicación del laboratorio.
5. Descripción del equipo.
6. Seguridad.
7. Diagrama de proceso.
8. Descripción del proceso.
9. Control del proceso.

Como primer punto se realiza una breve descripción del proceso ejecutado por el conjunto de elementos, que hacen posible que un sistema funcione, de acuerdo a los parámetros requeridos, a las variables a ser analizadas y en base al marco teórico impartido durante las horas clase en este caso por el instructor, previo a la realización de la práctica.



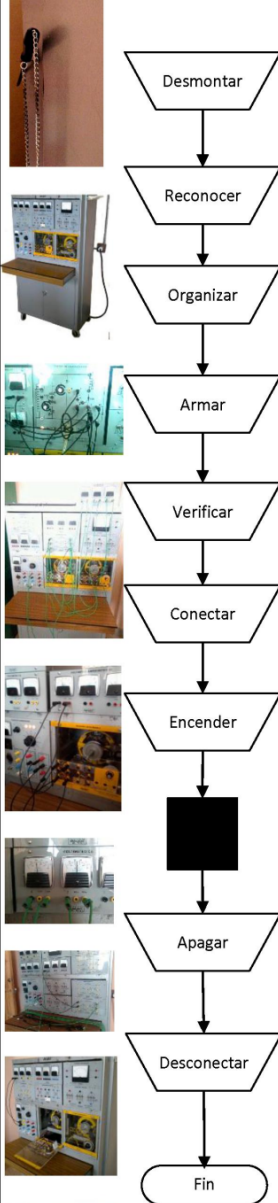
La seguridad dentro del laboratorio es muy importante al momento de manipular elementos mecánicos y eléctricos, ya que la persona que maniobra cada uno de los sistemas se encuentra expuesta tanto a riesgos mecánicos como eléctricos, siendo elemental mencionar dentro de este punto los más importantes a tomar en cuenta mientras se realiza un ensayo.

El diagrama de proceso es de una manera gráfica, el resumen de la sucesión de actividades a seguir antes, durante y después de ejecutar el ensayo, es una parte esencial dentro del aprendizaje y la seguridad del operador o estudiante, reduciendo las averías causadas por una incorrecta manipulación de las máquinas, equipos e instrumentos y consecuentemente su completa destrucción, por lo cual existe una descripción de la acción a realizar en cada uno de los casilleros y el respectivo control durante la puesta en marcha.

El esquema del proceso se lo ha realizado bajo la simbología DIN 66001 tomando en cuenta parámetros generales y no específicos, con respecto a ciertas actividades dentro de ensayos más complejos que se realizan en ciertos sistemas dentro de la

práctica, sin embargo son la base para la mayor parte de éstos, es recomendable que la primera práctica de laboratorio trate sobre los riesgos presentes durante las actividades y la manera correcta de realizar cada una de ellas.

Figura 39. Ficha de proceso laboratorio e Máquinas Eléctricas

 		<b>Proceso conexión los módulos MO – CM – CA – FT –AR – RE – MS – TR – LT – IN – EV en la ET</b>	
Versión: 2013		Proceso	Ficha:1-1
Laboratorio de Máquinas Eléctricas		Ubicación: Escuela Ing. De Mantenimiento	
Función	Proceso	Descripción	Control
<p>El análisis de circuitos de potencia se lo realiza en conjunto con los elementos presentes en la transmisión en base a la carga y corriente a ser usado, dando al estudiante una mejor representación de las leyes que rigen a las máquinas eléctricas de una manera práctica.</p> <p><b>Seguridad</b></p> <p>1. Analizar siempre la tarea a realizar y reflexione siempre acerca de los procedimientos.</p> <p>2. Si algún módulo presenta alguna condición insegura se procederá inmediatamente a dar el respectivo conocimiento a la persona encargada del laboratorio</p> <p>3. Tener en cuenta las diferentes zonas de tránsito (seguras).</p> <p>4. Antes de realizar cualquier conexión verificar que los cables no posean en su parte flexible aberturas o en un estado que pudiere causar accidentes.</p> <p>5. Conocer la forma de proceder en caso de algún accidente es importante antes de comenzar cualquier actividad.</p>	 <pre> graph TD     A[Desmontar] --&gt; B[Reconocer]     B --&gt; C[Organizar]     C --&gt; D[Armar]     D --&gt; E[Verificar]     E --&gt; F[Conectar]     F --&gt; G[Encender]     G --&gt; H[Apagar]     H --&gt; I[Desconectar]     I --&gt; J[Fin]           </pre>	Desmontar cada uno de los módulos ubicados en la estación de trabajo para ubicar los necesarios.	Con ayuda de la herramienta ubicada a la izquierda, insertándola por la parte de atrás, se hace palanca entre el soporte del armario y el borde inferior del módulo para poder sacarlo.
		Realizar un reconocimiento de las partes que constituyen el módulo	No manipular las conexiones internas.
		Establecer la forma en que irán ubicados los diferentes elementos para facilitar las conexiones	Verificar que el módulo sea el necesario de acuerdo al tipo de corriente a ser usada.
		Armar el circuito de acuerdo a la guía o indicaciones dadas por el instructor	En el caso de usar los MO01-MO18, con una banda esta deberá estar alineada entre las máquinas.
		Verificar que el circuito se encuentre montado correctamente.	Los elementos MO19 - MO22 deberán estar conectado a su respectivo MC.
		Conectar la alimentación eléctrica al suministro respectivo o encender desde el tablero de control principal del laboratorio.	Verificar que el disyuntor principal de la fuente se encuentre en la posición de apagado
		Ubicar el disyuntor principal de la fuente en la posición de encendido.	En la mayoría de casos se recomienda que la alimentación de energía sea de forma gradual mediante la perrilla de la fuente.
		Realizar las mediciones o toma de datos.	Se recomienda trabajar con las escalas mayores de los instrumentos pudiendo disminuir la escala si el circuito lo permite.
		Ubicar el disyuntor principal de la fuente en la posición de apagado.	Si se van a realizar nuevas conexiones evitar accionar la fuente si no se han seguido todos los pasos anteriores.
		Desconectar la fuente de la alimentación y las diferentes conexiones.	Nunca se debe jalar el cable desde la parte flexible, ya que estos se arrancan internamente.
		Si se ha usado el tablero retráctil, volverlo a su posición normal (retraído) y guardar todos los elementos usados en su respectivo lugar.	

Fuente: Autor

#### **4.5 Manual de mantenimiento**

Las tareas de mantenimiento a ejecutarse en cada uno de los laboratorios son basadas en recomendaciones de las personas encargadas de éstos y de la información de los servicios de mantenimiento de equipos de laboratorio, detallados en la página web de Equipos y Laboratorio de Colombia S.A.S, adaptándolas al laboratorio respectivo con el propósito de cubrir las necesidades preventivas, predictivas y correctivas, se tienen las siguientes:

1. Limpieza de superficie externa: depende del o los materiales en los que se encuentra fabricado como metálicos, cerámicos, polímeros, compuestos y el tipo de acabado superficial del elemento como pinturas, barnices o pulido metálico.
2. Limpieza de superficie interna: el procedimiento será diferente si internamente existen placas de circuitos eléctricos, aislamientos, disipadores de calor, etc. usando para ésta limpiadores de contactos, desengrasantes y otras sustancias que protejan sin destruir ciertos componentes sensibles.
3. Inspección: siendo externa aquella en las que no se desmonte ninguna parte e internas en la que se revise los componentes internos, desarmando en ocasiones por completo los dispositivos.
4. Lubricación o engrase: agrupando todas las actividades relacionadas a la aplicación de aceite lubricante o grasa con el fin de disminuir el rozamiento consecuentemente el desgaste, mejorar la transferencia de calor y la eficiencia, etc.
5. Ajustes internos, externos y calibraciones: asegurando las condiciones de servicio y el buen funcionamiento de todos los componentes, verificando que todos los elementos cumplan con los parámetros normales de funcionamiento.
6. Condiciones ambientales de operación y almacenamiento: para evitar que agentes externos afecten los resultados de ensayos o deterioren equipos almacenados.
7. Pruebas funcionales completa y por partes: comprobando el funcionamiento normal de todos los componentes o encontrando el problema mediante un análisis parte por parte.
8. Corrección de superficies: evitando que el elemento siga su proceso normal de deterioro y protegiendo la superficie de ciertas condiciones ambientales.
9. Mantenimiento correctivo eléctrico y mecánico: con todos los puntos anteriormente detallados se pretende no llegar a éste punto, pero siendo inevitable en éste se detallan algunos procedimientos y recomendaciones para



realizar cambios, de partes eléctricas; como fusibles, relés y mecánicas como rodamientos, acoples, bandas.

Figura 40. Ficha de lista tareas de mantenimiento

	<h1>Tareas de mantenimiento</h1>
Versión: 2013	LABORATORIO DE ANÁLISIS VIBRACIONAL

#	Tarea	Ide.	Superficie
01	LIMPIEZA EXTERNA	a	Pintura
		b	Mixto

#	Tarea	Ide.	Superficie
02	LIMPIEZA INTERNA	a	Metálica
		b	Circuitos

#	Tarea	Ide.	Superficie
03	INSPECCIÓN	a	Externa
		b	Interna

#	Tarea	Ide.	Tipo
04	LUBRICACIÓN O ENGRASE	a	Externo
		b	Interno

#	Tarea	Ide.	Tipo
05	AJUSTES	a	Internos
		b	Externos

#	Tarea	Ide.	Lugar
06	CONDICIONES AMBIENTALES	a	Opera
		b	Almacena

#	Tarea	Ide.	Tipo
07	PRUEBAS FUNCIONALES	a	Completa
		b	Por Partes.

#	Tarea	Ide.	Tipo
08	CORRECCIÓN DE SUPERFICIE	a	Pintura
		b	Metálica

#	Tarea	Ide.	Partes
09	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	a	Eléctricas
		b	Mecánicas
			1. Rodamientos
			2. Bandas
			3. Acoples

Fuente: Autor

1. Nombre de la tarea: conformado por la denominación y la característica propia de la tarea.
2. Codificación de la tarea: estructurado con el número e identificación de cada tarea.

**XX - X0**

Número de tarea ←



→ Tipo (Opcional)

→ Identificación

3. Frecuencia: periodo entre la ejecución de la misma tarea, ejecutada la práctica, mensual, semestral
4. Estado del equipo: condición en la que debe encontrarse el dispositivo al ejecutar el mantenimiento.
5. Tiempo de ejecución: lapso destinado para el cumplimiento de cada labor con respecto al dispositivo.
6. Aplica a: casillero destinado al código de mantenimiento de las máquinas, equipos, instrumentos de acuerdo a la tarea posible a ejecutarse.
7. Materiales, equipos, herramientas: todos los elementos necesarios para la ejecución de la tarea.
8. Procedimiento: acciones recomendadas con respecto a cada uno de los trabajos que componen la tarea
9. Observaciones: controles o cuidados que se deben tener al ejecutar cada una de las tareas.

En la siguiente figura se aprecia la ficha correspondiente al detalle de la tarea

Figura 42. Ficha de limpieza interna de superficies metálicas

 	<b>Limpieza interna de superficies metálicas</b>	Tarea: 02-a	
		Frecuencia	
		Ejecutada Práctica	
		Mensual	
Versión: 2010	Laboratorio de Análisis Vibracional	Semestral	x

<b>Tiempo de ejecución:</b> 20 min/equipo	<b>Máquina</b>	
	Apagada	<b>x</b>
	Encendida	

**Aplica a:**

Todas las partes **principales** presentes en los bancos susceptibles a ser abiertas

FAME-LV-MB01	FAME-LV-MB02	FAME-LV-MA03
FAME-LV-MA01	FAME-LV-MA02	FAME-LV-MV01
FAME-LV-ME01		

<b>Herramientas:</b>	<b>Materiales:</b>	<b>Equipo:</b>
Brocha, cepillo, franela, lija.	Detergente, agua, alcohol o solvente.	Aspiradora, compresor

**Procedimiento:**

- Abrir el motor y la caja de control eléctrico.
- Encender la aspiradora y con ayuda de la brocha remover la suciedad presente a ser succionada, tratar de remover la mayor cantidad a fin de no usar el compresor.
- Si existiese partes inaccesibles proceder al uso del compresor, la dirección del aire deberá ser controlada para prevenir que el contaminante se re-deposite y se haga más difícil su remoción, es decir pase a una parte más inaccesible de la máquina.
- Con la franela semi húmeda limpiar todas las partes del equipo, recogiendo en la franela todos los restos de polvo desplazados con las herramientas anteriormente detalladas.
- Preparar la solución de agua y deja con el fin de limpiar las partes que el polvo y el aceite se han pegado; si la limpieza se lo ha realizado a los devanados procurar que estos se encuentren completamente secos antes de cerrar el motor.
- Limpiar las bobinas sucias en el caso de estar presentes con un cepillo. Usar un trapo humedecido con alcohol o con solventes adecuados para remover grasa, aceite y otras suciedades que estén adheridos sobre las bobinas. Secar con aire seco.
- El compartimiento de las escobillas debe ser aseado solo con aspiradora, retirando el polvo de las escobillas para afuera del motor.

**Observaciones:**

- Se deben extremar los cuidados, para que el aire sea seco y no se use con excesiva presión. Se recomienda una presión no mayor de 30 psi
- En caso de desmontaje de las escobillas, el montaje debe garantizar su centralización. Los porta escobillas deben quedar en sentido radial con referencia al anillo colector, y separados 4mm como máximo, de la superficie de contacto, con la finalidad de evitar ruptura o daños de las escobillas

Fuente: Autor

Figura 43. Ficha de diagrama de circuitos generador de RF

Fuente: Autor

#### **4.6 Registros**

Para que los trabajos de mantenimiento sirvan como información acerca de posibles soluciones a averías de equipos o de necesidades dentro de cada laboratorio, deben existir documentos que la respalden y que pueda usarse como control de las actividades realizadas durante el año. Por lo que es menester crear fichas de registro e historial de averías con este propósito, facilitando el análisis y la mejora del mantenimiento de cada una de las áreas, se ha tomado también en cuenta el control que debe existir con respecto a la ejecución de la tarea por parte de las personas encargadas de los laboratorios.

La ficha de registro contendrá la siguiente información:

1. Logotipos de la ESPOCH y la Facultad de Mecánica
2. Código
3. Imagen de la máquina, equipo instrumento
4. Año en curso
5. Día del mes respectivo cuando se ejecutó la tarea
6. Actividad realizada después de la práctica
7. Correcciones de superficie con la fecha respectiva y firma de respaldo
8. Leyenda
9. Reemplazo de partes con la fecha respectiva y firma de respaldo
10. Control mensual de las actividades realizadas
11. Observaciones





En la ficha de historial de averías, se pretende realizar un seguimiento a la máquina, instrumento o equipo, con el fin de evitar la ocurrencia de la misma falla en el mismo año o posteriores, registrando el mes y la tarea realizada.

Ésta contendrá la siguiente información:

1. Logotipos de la ESPOCH y la Facultad de Mecánica
2. Equipo
3. Código
4. Imagen de la máquina, equipo instrumento
5. Observaciones
6. Actividad realizada

En la siguiente figura se aprecia la ficha correspondiente al registro

Figura 44. Ficha de registro motor ventilador laboratorio de Análisis Vibracional

 	<b>Plan anual</b> <b>FAME-LV-MV01</b>	 
Ficha de registro		
Versión: 2013	Laboratorio de Análisis Vibracional	

Año: 2013

Tarea	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	EP
01-a													
01-b	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
02-a													
02-b													
03-a													
03-b													
04-a													
04-b													
05-a													
05-b													
06-a													
06-b													
07-a													
07-b													

08-a	Parte(s) afectada(s)		Fecha:		Firma:	
08-b	Parte(s) afectada(s)		Fecha:		Firma:	

**Leyenda**

EP Ejecutada la práctica.

01-a Limpieza Externa de Superficies Pintadas

01-b Limpieza Externa de Superficies Mixtas (pintura y acrílico)

02-a Limpieza Interna de Superficies Metálicas

02-b Limpieza Interna de Superficies Con Circuitos

03-a Inspección Externa

03-b Inspección Interna

04-a Lubricación O Engrase Externo

04-b Lubricación O Engrase Interno

N/A No se Aplica

05-a Ajustes Internos

05-b Ajustes Externos

06-a Condiciones Ambientales lugar de Operación

06-b Condiciones Ambientales lugar de Almacenamiento

07-a Pruebas Funcionales Completa

07-b Pruebas Funcionales Por Partes

08-a Corrección de superficie tipo pintura

08-b Corrección de superficie tipo metálica

**Reemplazo de partes M (Mecánicas) – E (Eléctricas)**

M	Elemento y ubicación:	Fecha:		Firma:	
E	Elemento y ubicación:	Fecha:		Firma:	
M	Elemento y ubicación:	Fecha:		Firma:	
E	Elemento y ubicación:	Fecha:		Firma:	
M	Elemento y ubicación:	Fecha:		Firma:	
E	Elemento y ubicación:	Fecha:		Firma:	

<b>Control</b>	Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun.	
	Jul		Ago		Sep		Oct		Nov		Dic	

**Observaciones:**

Fuente: Autor

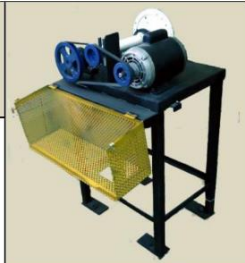
En la siguiente figura se aprecia la ficha correspondiente al historial de averías

Figura 45. Ficha de historial de averías

	<b>Historial de averías</b>	Equipo: Motor - banda
		Código: FAME-LV-MB02
		Ficha: 1 - 1
		Ubicación: Aulas CAB
Versión: 2013	Laboratorio de Análisis Vibracional	

Nota: En la siguiente ficha existe cuatro recuadros con los meses en forma vertical para la selección por año, cada uno para una avería, en caso de faltar se puede colocar en observaciones la respectiva información, cabe recalcar que esta servirá para tomar las respectivas precauciones a fin de evitar la misma o similar falla.

Observaciones	



Parte averiada y actividad realizada											
2010		2011		2012		2013		2014			
1		1		1		1		1			
2		2		2		2		2			
3		3		3		3		3			
4		4		4		4		4			
5		5		5		5		5			
6		6		6		6		6			
7		7		7		7		7			
8		8		8		8		8			
9		9		9		9		9			
10		10		10		10		10			
11		11		11		11		11			
12		12		12		12		12			
1		1		1		1		1			
2		2		2		2		2			
3		3		3		3		3			
4		4		4		4		4			
5		5		5		5		5			
6		6		6		6		6			
7		7		7		7		7			
8		8		8		8		8			
9		9		9		9		9			
10		10		10		10		10			
11		11		11		11		11			
12		12		12		12		12			
1		1		1		1		1			
2		2		2		2		2			
3		3		3		3		3			
4		4		4		4		4			
5		5		5		5		5			
6		6		6		6		6			
7		7		7		7		7			
8		8		8		8		8			
9		9		9		9		9			
10		10		10		10		10			
11		11		11		11		11			
12		12		12		12		12			
1		1		1		1		1			
2		2		2		2		2			
3		3		3		3		3			
4		4		4		4		4			
5		5		5		5		5			
6		6		6		6		6			
7		7		7		7		7			
8		8		8		8		8			
9		9		9		9		9			
10		10		10		10		10			
11		11		11		11		11			
12		12		12		12		12			

Fuente: Autor

En el control del mantenimiento, se incluyen fichas adaptadas a la forma del manual, de registro de repuestos como se puede apreciar en la figura 46 y herramientas, con la siguiente información:

1. Cantidad
2. Nombre técnico del repuesto
3. Características
4. Año en curso
5. Laboratorio
6. Firmas de control

Así como una ficha de los repuestos usados en reparaciones como se puede apreciar en la figura 47, que incluyen campos como:

1. Fecha en la que se usó el repuesto
2. Cantidad de repuestos restantes en bodega
3. Firmas de control de los responsables de los laboratorios

#### **4.7 Fichas complementarias**

Dentro de las funciones principales de un sistema de mantenimiento están el control y flujo de órdenes de trabajo, control de inventarios, compras, siendo necesario crear fichas complementarias para cumplir con algunas funciones e implementar en los laboratorios, de modo que sea considerado un factor económico de la facultad, como lo recomiendan los principios de mantenimiento.

Se ha tomado en cuenta las siguientes fichas

1. Orden de trabajo
2. Solicitud de materiales
3. Solicitud de compra
4. Solicitud de servicio externo de mantenimiento

Estas fichas son modelos recomendados dentro del plan de mantenimiento, puesto que es necesario la implementación previa del departamento de mantenimiento quien controlará las distintas actividades llevadas a cabo.



En la siguiente figura se aprecia la ficha correspondiente al registro de repuestos.

Figura 46. Ficha de registro de repuestos



[illegible]

Fuente: Autor



En la siguiente figura se aprecia la ficha correspondiente a la orden de trabajo.

Figura 48. Ficha de orden de trabajo

 	<h1 style="margin: 0;">Orden de trabajo</h1>	<h2 style="margin: 0;">No.</h2>
Versión: 2013		
<b>Área que solicita:</b>		
<b>Prioridad</b>	Normal	Importante
<b>Referencias:</b>	Ubicación técnica	Equipo
<b>Fecha de iniciación</b>	<b>Fecha de terminación</b>	<b>Parte principal</b>
<b>Tipo de actividad</b>		
Programado	Predictivo	Emergencia
Correctivo	Emergencia	Emergencia
<b>Solicita</b>	<b>Ejecuta</b>	
<b>Descripción del trabajo:</b>		
<b>Datos adicionales:</b>		
Materiales	Cantidad	Repuestos
Cantidad	Repuestos	Herramientas
Repuestos	Herramientas	Cantidad
<b>Personal requerido</b>		
Eléctrico	Electrónico	Mecánico
<b>Observaciones generales:</b>		<b>Observaciones de seguridad:</b>
<b>Emite</b>	<b>Aprueba</b>	<b>Cierra</b>
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:	Fecha:
Firma	Firma	Firma

Fuente: Autor

En la siguiente figura se aprecia la ficha correspondiente a la solicitud de materiales.



Figura 49. Ficha de solicitud de materiales

[illegible]

Fuente: Autor

En la siguiente figura se aprecia la ficha correspondiente a la solicitud de compra.

Figura 50. Ficha de solicitud de compra

 	<b>Solicitud de compra</b>	<b>No.</b>		
Versión: 2013				
<b>Área que solicita:</b>				
Ítems Solicitados				
Descripción técnica	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio Total
<b>Total:</b>				
<b>Observaciones generales:</b>				

Solicita	Aprueba	Autoriza
Nombre:	Nombre:	Nombre:
Fecha:	Fecha:	Fecha:
Firma	Firma	Firma

Fuente: Autor

En la siguiente figura se aprecia la ficha correspondiente a la solicitud de servicio externo de mantenimiento.

Figura 51. Ficha de solicitud de servicio externo de mantenimiento

[illegible]

Fuente: Autor

## **CAPÍTULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

Se desarrolló manuales para cada uno de los laboratorios que abarcan datos técnicos, información de las tareas, recomendaciones de seguridad, detalle de los procesos, registros e historiales, basados en un análisis idóneo por dispositivo y eficiencia con respecto a la ejecución del mantenimiento y su control.

Durante el análisis del estado actual de las máquinas y equipos del laboratorio, se pudo observar que la mayor parte del equipamiento es funcional, por lo que el mantenimiento está dirigido a todos los equipos utilizables.

Se fijó la frecuencia de mantenimiento para cada laboratorio en periodos de seis meses, un mes y después de ejecutada la práctica para ciertas tareas respectivamente, debido al uso que tienen durante el semestre, siendo muchos de éstos los principales en los ensayos de laboratorio.

Se definió la forma correcta y segura de realizar las distintas operaciones que componen los distintos diagramas de procesos usando la simbología de la norma DIN 66001, eliminando la posibilidad que, por una mala manipulación, los aparatos puedan ser averiados; la secuencia analizada es general y no específica con respecto a cada ensayo.

Se implementó un código de mantenimiento, facilitando la organización, categorización y localización de la máquina, equipo, instrumento del laboratorio respectivo, para su posterior seguimiento, facilitando la ejecución de las diferentes tareas de mantenimiento.

Las tareas de mantenimiento se establecieron de acuerdo al tipo de laboratorio o aparato presente, seleccionando las que mejor se adapten a las necesidades y requerimientos asegurando el entorno de trabajo y extendiendo la vida útil de los dispositivos.

Para el diseño de las fichas, necesarias para la estructuración tanto de los manuales de procesos y de mantenimiento, se tomó en cuenta la información necesaria a ubicarse dentro de cada uno de los formatos establecidos para toda la facultad, variando ciertos esquemas dependiendo del laboratorio, pero basándose en un mismo estilo.

Se establecieron ciertos campos, que facilitan la observación y análisis de los diferentes trabajos realizados dentro de las fichas de registros, historiales de averías y demás documentos favoreciendo el control y mejora del plan de mantenimiento aplicado en el laboratorio.

## **5.2 Recomendaciones**

Cambiar o repotenciar las máquinas o equipos que sobrepasen los treinta años de funcionamiento, por ser obsoletos tecnológicamente o no encontrarse en condiciones óptimas de uso.

Capacitar a los estudiantes sobre los procedimientos antes, durante y después de la realización de las diferentes prácticas de laboratorio y concientizar sobre el uso de las mismas, para evitar daños por supuesto desconocimiento de las actividades previas al ensayo o por mala manipulación.

Gestionar la adquisición de repuestos e insumos necesarios para el mantenimiento e instaurar una bodega para todo éste tipo de elementos.

Crear dentro de la Facultad de Mecánica, un departamento de mantenimiento con personal técnico especializado para cada una de las necesidades de las respectivas áreas y el control dentro de las actividades de mantenimiento a realizar.

Después de crear un departamento de mantenimiento propio de la facultad, es necesario adaptar la documentación con enfoques a un sistema de gestión de la calidad. El manual elaborado cumple con varios parámetros sugeridos por la norma ISO/TR 10013:2001, siendo necesario primero implantar políticas de calidad dentro de la Facultad de Mecánica.



## BIBLIOGRAFÍA

**APREMAT. 2000.** Manual de mantenimiento preventivo programado. [En línea] 2000. [Citado el: 19 de Septiembre de 2013.] [http://www.mined.gob.sv/apremat/investigaciones/invest\\_22/documento\\_oficisl.pdf](http://www.mined.gob.sv/apremat/investigaciones/invest_22/documento_oficisl.pdf).

**CONEA – CEAACES. 2011.** Modelo general para la evaluación de carreras con fines de acreditación. [En línea] 2011. [Citado el: 24 de Mayo de 2013.] <http://www.uta.edu.ec/v2.0/pdf/externos/modelo-general-evaluacion-carreras.pdf>.

**Equipos y Laboratorio de Colombia S.A.S. 2012.** Equipos de laboratorio y material científico. [En línea] 2012. [Citado el: 07 de Mayo de 2013.] [http://www.equiposylaboratorio.com/sitio/servicios\\_equipos\\_laboratorio.php?cats=446&it=80](http://www.equiposylaboratorio.com/sitio/servicios_equipos_laboratorio.php?cats=446&it=80).

**Fundación Médica de Río Negro y Neuquén, Clínica Radiológica del Sur SA e Imágenes SA - Argentina FMRN - CRS - IMG. 2010.** Servicio de Ingeniería Clínica. [En línea] 2010. [Citado el: 01 de Octubre de 2013.] <http://www.bioingenieria.edu.ar/grupos/geic/biblioteca/archivos/Trabypres/T10EPAr55.pdf>.

**HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. 2010.** *Metodología de la Investigación. 5ta. edición.* México : Mc. Graw Hill, 2010. 978-607-15-0291-9.

**Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. 2008.** Proyecto Antonio de Ulloa. [En línea] 2008. [Citado el: 24 de Mayo de 2013.] <http://recursos.cnice.mec.es/quimica/ulloa1/cursoulloa/tercero/pdf/d7.pdf>.

**OED. 2013.** Oxford English Dictionary. [En línea] 2013. [Citado el: 07 de Mayo de 2013.] [http://es.psicologia.wikia.com/wiki/M%C3%A9todo\\_cient%C3%ADfico#cite\\_note-1](http://es.psicologia.wikia.com/wiki/M%C3%A9todo_cient%C3%ADfico#cite_note-1).

**RAE. 2013.** Diccionario de la Real Academia Española. [En línea] 2013. [Citado el: 07 de Mayo de 2013.] <http://lema.rae.es/drae/?val=de+ciencia>.

**RODRÍGUEZ, Jorge. 2008.** *Gestión del Mantenimiento.* Bogotá : s.n., 2008.

**Royalty Workers. 2013.** Consultores de desarrollo profesional. [En línea] 2013. [Citado el: 07 de Mayo de 2013.] <http://www.royaltyworkers.com/web/lista-de-profesiones/19-i/66-ingenieria-electronica.html>.

**TOAPANTA, Fredy y YÁNEZ, Hector. 2010.** *Diseño de un Plan de Mantenimiento para el Equipo Caminero y Vehículos que Dispone el Gobierno Municipal de Tena, Provincia de Napo TESIS.* Riobamba : Facultad de Mecánica, 2010.

**TypMan. 2013.** La solución definitiva para la gestión del mantenimiento. [En línea] 2013. [Citado el: 19 de Septiembre de 2013.] <http://www.typman.com/tipos-de-mantenimiento.aspx>.